Techn.
126
e

tendit ad æquum
Ad Bibliothecam
Academiæ Scientiarum
Electoralis Boicæ Monachii

<36634186420012

<36634186420012

Bayer. Staatsbibliothek

Tech. 126 e

Langsdorf

Mathesis. Statica & mechanica.

Scripta varia Staticam ill.

474.

R

Untersuchung
über
die Bewegungskräfte
auf Salzwerken

von

Karl Christian Langsdorf,
der Königl. Schwedischen patriotischen Gesellschaft, und der Kurf. Pfälzischen ökonomischen Gesellschaft Mitglied.

Mannheim und Lautern,
im Verlage der Kameral Hohen Schule 1781.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Seiner Excellenz

dem

Hochwürdig- Reichsfreihochwohlgebornen Freiherrn

Herrn

Karl Theodor Anton Maria

Kämmerer von Worms

von Dalberg

Kurmainzischen hochbetrauten wirklichen Geheimdenrath und Statthalter zu Erfurt, Kapitular des hohen Dohmstiftes zu Mainz, Domizellar zu Würzburg und Worms ꝛc.

Meinem gnädigen Herrn.

Hochwürdig- Reichsfreihochwohlgeborner Freiherr,

Gnädiger Herr!

Ob ich gleich das Glück nicht habe, Eurer Hochfreiherrlichen Excellenz persönlich bekannt zu sein, so haben mich doch Hochdieselben verschiedener Gnadenbezeugungen zu würdigen geruhet, die den feurigsten Wunsch in mir erweckt haben, Hochdenselben dafür einen öffentlichen Beweis meiner Dankbegierde an den Tag legen zu können. Blos in dieser Absicht wage ich es, diesen kleinen Versuch Eurer Hochfreiherrlichen Excellenz unterthänigst zu Füsen zu legen.

Ist

Ist gleich meine Absicht nicht strafbar, so ist das Mittel, dessen ich mich hiezu bediene, doch immer eine Kühnheit, die nichts rechtfertigen kann, als das allgemeine Wohlwollen, das Eure Hochfreiherrliche Excellenz unter Millionen kennbar macht. Nichts wird schmeichelhafter für mich sein, und zu weitern Bemühungen nichts mich mehr reizen, als das Bewustsein, Hochdenselben durch die gegenwärtige kleine Probe nicht ganz mißfallen zu haben.

Un-

Unter den eifrigsten Wünschen für Euer Hochfreiherrlichen Excellenz hohes Wohlsein verharre in tiefster Ehrfurcht.

Hochwürdig- Reichsfreihochwohlgeborner Freiherr,

Gnädiger Herr!

Eurer Hochfreiherrlichen Excellenz

Aus dem Hessischen Salzwerke zu Salzhausen hinter Giesen den 1ten Sept. 1780.

unterthänigst gehorsamster Diener.

Karl Christian Langsdorf.

Inhalt.

Lehnsäze aus der Hydraulik.

I. Vom Stose des Wassers an feste Körper, und den unterschlächtigen Wasserrädern. S. 9

II. Von den oberschlächtigen Rädern. 16

III. Das Nothwendigste aus der Lehre von den Saugwerken 20

IV. Das Nothwendigste aus der Lehre von Druckwerken 34

V. Von vereinbarten Saug- und Druckwerwerken 44

Ueber die sichere Berechnung und vortheilhafte Anordnung der Bewegungskräfte auf Salzwerken.

I. Von der vortheilhaftesten Geschwindigkeit und Gröse der Kunsträder, und der Höhe ihrer Kurbeln und Schaufeln 47

II. Berechnung und Anordnung der Bewegungskräfte zur Aufförderung der Brunnensoole 57

III. Berechnung und Anordnung der Bewegungskräfte zur Betreibung der Gradiergebäude 72

Vor-

Vorbericht.

Gegenwärtige Abhandlung hat der Herr Verfasser als ein würdiges Mitglied der kurfürstlichen ökonomischen Gesellschaft, an Sie eingesendet, und sie wurde auch den 7ten Hornung dieses Jahres in ihrer monatlichen Versammlung öffentlich verlesen, und beschlossen, sie den gesellschaftlichen Bemerkungen einzuverleiben.

Aber da die vielen algebraischen Rechnungen, die man immer mit der sogenannten Ciceroschrift druckt, zu weit ausgeloffen, und zu oft hätten müssen abgebrochen werden: so hat man sich entschlossen diese

Abhandlung besonders herauszugeben, sie aber gleichwohl durch diesen Vorbericht als ein gesellschaftliches Werk öffentlich bekannt machen wollen.

Mannheim den 1ten Brachmonat 1780.

Medikus.

Vor-

Vorerinnerung.

Die Berechnung und Anordnuug der Bewegungskräfte auf Salzwerken gründet sich auf Lehren der Mechanik und Hydrodinamik, die ohne Kenntnise der Analysis des Unendlichen gar nicht erlernet werden können, und eben deswegen so selten erlernet werden. Gleichwohl sind dergleichen Kenntnise Jemanden, der sich mit Salzwerkssachen abgeben muß, unentbehrlich, und das hat mich bewogen, die nothwendigsten Säze aus der Hydraulik in den ersten 49 §§. nur auszugsweise herzusezen, und das Folgende darauf zu gründen. Ich könnte diese hydraulische Lehnsäze einen freien Auszug aus Hrn. Karstens Hydraulik, wenigstens aus denen hierher gehörigen Abschnitten, nennen; nur möchte ich nicht gerne alles in diesen Lehnsäzen ohne Unterschied für Hrn. K. Gedanken ausgeben, weil manches vielleicht Erinnerungen verstattet, das nur von mir herrührt. Die Beweise zu den Formeln konnte ich hier nicht beibringen, da ich nur die Absicht hatte, so viel aus der Hydraulik gleichsam nur historisch vorauszuschicken, als nöthig war, das Folgende darauf zu gründen, und weitere brauchbare Formeln für die bei Salzwerken vorfallende eigene Berechnungen daraus herzuleiten, wodurch Jeder, welcher nur Buchstabenformeln in seine Muttersprache zu übersezen weis, in den Stand gesezt wird, die auf Salzwerken so häufig vor-

kommenden und in der Folge angestelten Berechnungen selbst zu führen. Selbst dem, welcher die Gründe der hier vorausgeschickten Lehnsäze aus den trefflichen Anleitungen eines Karsten oder Kästner studirt hat, wird doch mein kurzer Auszug allemal zu einer angenehmen Nachlese dienen. Der Zusammenhang der Materien hat mich, wie man finden wird, veranlast, noch verschiedene die Gradierung betreffende Berechnungen hier mit einzuschalten, die eigentlich nicht unmittelbar die Bewegungskräfte angehen z. B §. 78, 84; indessen wird sie die Verbindung, in der sie hier mit den übrigen Säzen stehen, und ihr praktischer Nuzen, hinlänglich gegen den Vorwurf schüzen, daß sie hier nicht an ihrer rechten Stelle stünden.

Unter den verschiedenen Bezeichnungen, deren ich mich bedient habe, wird man keine ganz fremde antreffen; ich will deswegen hier nur die einzige schon überflüssige Erinnerung machen, daß fv oder finv arc s oder fv Bog s den Quersinus, dessen Bogen s ist, bedeutet, welches vielleicht nicht jedem gleich beifallen möchte. Ueber die Bedeutung anderer Bezeichnungen z. B. von M, N, R, wenn μ, ν, ϱ, die Löthigkeit verschiedener Soolen bedeuten, habe ich mich schon in der ersten Probe des Beitrags zur Salzwerkskunde erklärt, auf die ich mich hier mehrmals bezogen habe.

Dem

Dem Einwand zu begegnen, daß sich auf Salzwerken keine solche Berechnung der Pumpwerke vornehmen lasse, bei der man allemal die vortheilhafteste Einrichtung erhielte, „weil die „Last sehr veränderlich wäre und bald Pumpen „an- bald abgehängt würden„ muß ich für die, denen er scheinbar sein möchte, noch folgendes beifügen. Wenn man bei dem Aufschlagwasser, das man auf einem Salzwerke hat, die Berechnung und Anordnung der sämtlichen, auf Bewegungskräfte zielenden Stücke, so anstelt, wie ich hier gewiesen habe: so hat man eigentlich eine vortheilhafte Anordnung der Bewegungskräfte für die volle Last des Rades, wann nämlich sämtliche Pumpen anhängen, gemacht. Und offenbar soll die ganze Einrichtung eben dahin abzwecken, daß man mit einer bestimmten Menge Aufschlagwasser die möglichst gröste Anzahl Pumpen zu treiben oder die möglichst gröste Soolenmenge aufzuziehen im Stande ist. Kömt man in Fälle, wo man Pumpen abhängen muß, wie sich wirklich auf Salzwerken häufig zuträgt, so läst sich die Einrichtung allemal, nicht einmal mit Mühe sondern sehr leicht, so machen, daß statt der abgehängten Pumpen andere angehängt werden, und wenn etwa doch überall Soole genug aufgezogen würde, so daß man statt der abgenommenen Pumpen weiter keine anzuhängen bräuchte, so wäre man in einem Falle, wo man mehr Kraft hätte, als zur Wältigung

der Last erfodert würde; man würde durch das Abhängen einiger Pumpen alsdann, für die Betreibung der übrigen noch angehängten, neue Kraft gewinnen, die man nicht nöthig hätte, und es würde also lächerlich sein, sich in solchem Falle bei den noch angehängten Pumpen wieder eine andere Anordnung zu wünschen, bei der noch mehr Kraft überflüssig würde. Betriebe man das Rad aus einem Sammelteiche, so ließe sich dieser lezte Wunsch noch rechtfertigen, weil das überflüssige Wasser zurückbehalten werden könnte, aber in solchem Falle ist zu der jedesmaligen vortheilhaftesten Anordnung wieder nichts weiter nöthig, als daß man das Rad beständig mit einerlei Geschwindigkeit laufen läst, welches sich durch die mehrere oder mindere Ziehung des Zapfens leicht bewerkstelligen läst; und diese kleine Unbequemlichkeit muß man sich da, wo die Armuth an Flußwasser den Gebrauch der Sammelteiche nothwendig macht, gefallen lassen. Aber Sammelteiche sollen auch überhaupt der Anordnung der Bewegungskräfte nicht zur Richtschnur dienen; sie sollen nur in Nothfällen unterstüzen helfen, und einem Salzwerke blos von Sammelteichen betrieben, kann der Analist so wenig aufhelfen als der Arzt einem Lahmen der auf Kricken wandelt. Als Beihilfe sind sie dienlich, und ich werde deswegen bei einer andern Gelegenheit Berechnungen darüber liefern.

Lehnsäze
aus der Hydraulik.

I. Vom Stose des Wassers an feste Körper, und den unterschlächtigen Wasserrädern.

§. 1.

Wenn ein Wasserstral die Gestalt eines rechtwinkligten Parallelepipedums hat, und nun gegen eine Ebene strömt, welche zwo Seitenflächen des Strals unter einem Winkel = ϑ, die übrigen beiden aber unter einem rechten Winkel schneidet: so gibt sich (vorausgesezt, daß alle in jedem Querschnitte befindliche Wassertheilchen mit gleicher Geschwindigkeit nach parallelen Richtungen anstosen) die Stärke des Drucks P gegen die unbewegliche Ebene, durch die Formel:

1) $P = k \gamma v zz. \sin \vartheta$

wo zz den senkrechten Querschnitt des anschla-

genden Wasserstrals, γ das Gewicht eines Cubikfuses Wasser, und v die der Geschwindigkeit c des Strals in diesem Querschnitte zugehörige Höhe bedeutet. Weil man aber theils aus theoretischen Gründen, theils aus Beobachtungen geschlossen hat, der Druck sei gröser, als der von einer Wassersäule über der Fläche zz. sin ϑ in der Höhe v, dafern die unbewegliche Ebene gröser als zz sei: so ist deswegen der Coeff. k noch vorgesezt worden, der also nur in dem eben erwähnten Falle > 1 ist. Der anstosende Stral breitet sich nämlich auf der Ebene weiter aus, und dafern solche gros genug ist, den ganzen so ausgebreiteten Querschnitt des Strals aufzufangen: so sezt Hr. Alb. Euler $k = 2$; sonst wird k zwischen 1 und 2 fallen. Will man statt des senkrechten Querschnitts zz den anschlagenden schiefen yy selbst in der Formel haben, so sezt man nur $zz = \sin. \vartheta . yy$, als:

$$2)\ P = k\gamma v\, yy.\, \sin \vartheta^2$$

Sezt man die Menge des in einer Sec. anschlagenden Wassers $= A$, und nun $\frac{A}{c}$ statt zz, auch $\frac{c^2}{4g}$ (wo bekanntlich $g = 15{,}625$ Rh. Fus ist) statt v, so hat man

$$3)\ P = \frac{k\,\gamma\, A\, c \sin \vartheta}{4g}$$

oder

oder in der ersten Formel v gelassen, und $\frac{A}{2\sqrt{gv}} = \frac{A}{c}$ statt zz gesezt, giebt

$$4)\ P = \tfrac{1}{2} k \gamma A \sin \vartheta \sqrt{\frac{v}{g}}$$

§. 2. Wäre die Fläche, gegen die das Wasser stößt, keine Ebene, so dörfte man nur die Verhältnis des Drucks gegen diese Fläche zu dem Drucke gegen eine Ebene untersuchen, und dann aus den beigebrachten Formeln die Stärke des Drucks gegen die Ebene berechnen. Wäre z. B. der dem Strale entgegengesezte Körper eine Kugel, so litte dessen Oberfläche die Hälfte des Drucks, den seine gröste Kreisfläche leidet; also berechnet man nur den Druck auf seine gröste Kreisfläche, und nimmt solchen halb. Hierauf gründet sich auch eine besondere Methode, die Geschwindigkeit der Ströme in jeder Tiefe zu messen, da nämlich aus dem Winkel, um den eine, vermittelst eines Fadens, in den Strom gehängte Kugel, aus ihrer vertikalen Richtung gebracht wird, auf die Geschwindigkeit geschlossen wird. Noch eine andere Methode giebt Pitot an, die aber wohl nicht so sicher als die erstere ist. Er verbindet nämlich eine horizontale Röhre mit einer vertikalen, und sezt die Mündung der erstern dem Strome gerade entgegen, daß das Wasser durch den Stos genöthigt wird, in der vertikalen

über

über den Wasserpaß in die Höhe zu steigen. Die Höhe, um die das Wasser auf solche Art über den Wasserpaß in der vertikalen Röhre hinauf steigt, ist ziemlich genau, die der Geschwindigkeit des Flusses, in der Gegend wo die Mündung sich befindet, zugehörige Höhe.

§. 3. Es sei alles wie (§. 1.) nur C statt des dortigen c gesezt; auserdem bewege sich die Ebene, die den Stos leidet, selbst mit einer gewissen Geschw. c nach einer Richtung, welche die Ebene unter einem Winkel = η schneidet, so ist der senkrechte Druck, den die Ebene leidet

$$5)\ P = \frac{k\gamma zz.(C.\sin\vartheta - c\sin\eta)^2}{4g.\sin\vartheta}$$

und wenn x die zu c gehörige Höhe ist,

$$6)\ P = \frac{k\gamma zz.(\sin\vartheta.\sqrt{v} - \sin\eta.\sqrt{x})^2}{\sin\vartheta}$$

oder auch

$$7)\ P = \frac{k\gamma A.(C.\sin\vartheta - c.\sin\eta)^2}{4g\ C.\sin\vartheta}$$

oder endlich

$$8)\ P = \frac{k\gamma A.(\sin\vartheta\sqrt{v} - \sin\eta\sqrt{x})^2}{2\sin\vartheta\sqrt{gv}}$$

Weil nun (§. 1.) der Druck auf die ruhende Ebene $= k\gamma v zz.\sin\vartheta = \frac{k\gamma C^2 zz.\sin\vartheta^2}{4g.\sin\vartheta}$ so hat man diesen Druck = p gesezt,

$$9)\ P = p.\frac{(C.\sin\vartheta - c.\sin\eta)^2}{C^2.\sin\vartheta^2}$$

$$= p.\left(\frac{C.\sin\vartheta - c.\sin\eta}{C.\sin\vartheta}\right)^2$$

$$= p.\left(1 - \frac{c.\sin y}{C.\sin\vartheta}\right),$$

Hier ist also p die Last, der das Wasser gerad das Gleichgewicht zu halten vermag, P aber die Last, welche das Wasser mit der Geschw. c zu bewegen vermögend ist.

§. 4. Weil der Effekt einer Maschine aus dem Produkte der Last in ihre Geschw. muß geschäzt werden, so wird dieser Effekt am grösten, wenn bei einerlei Kraft das Produkt Pc oder

$$p.\left(1 - \frac{c}{C}.\frac{\sin\eta}{\sin\vartheta}\right)^2.c$$

am grösten wird, wo blos c als veränderlich angesehen wird, d. i. wie die Methode des Grösten und Kleinsten ergiebt, wenn

$$10)\ c = \tfrac{1}{3}\,\frac{C.\sin\vartheta}{\sin\eta}$$

ist.

§. 5. Wer den Bau der unterschlächtigen Wasserräder kennt, den ich hier für bekannt annehme, wird das Bisherige ohne viele Schwierigkeit auf solche anwenden. Der Winkel, den die Richtung des Wasserstrals mit

der

der Ebene der Schaufel, gegen die er strömt, macht, heise ϑ; und der Winkel, unter dem die Ebene der Schaufel von der Richtung, nach der sich die Schaufel bewegt (die auf den Halbmesser des Rades senkrecht ist) geschnitten wird, η; so ist die auf die Schaufel senkrechte Kraft der Werth von P (§. 3.) die Kraft aber, nach der Richtung, nach welcher die Schaufel fortgeht, ist P. sin η, also

11) $= \frac{k\gamma yy.(C.\sin\vartheta - c.\sin\eta)^2.\sin\eta}{4g}$

wo yy der Querschnitt ist, worin die Ebene der Schaufel von dem Wasserstrale getroffen wird. Oder auch

12) aus §.3.n.8. $= \frac{k\gamma A.\sin\eta}{2\sin\vartheta.\sqrt{gv}}.(\sin\vartheta\sqrt{v} - \sin\eta\sqrt{x})^2$

§. 6. Aus §. 4. wird, wenn der gröste Vortheil von dem Rade soll erhalten werden,

13) $c = \frac{1}{3}\,\frac{C.\sin\vartheta}{\sin\eta}$

und wenn die Kraft gegen die unbewegliche Schaufel p heist, so muß zugleich

13*) $P = \frac{4}{9}\,p$

sein. Man darf nämlich in die Formel für P (§. 20. no. 1.) nur statt c seinen Werth $\frac{1}{3}\,\frac{C\sin\vartheta}{\sin\eta}$ sezen.

§. 7. Für $\vartheta = \eta = 90°$ und $k = 1$, wie man

man hier annimmt, erhält man nun aus der ersten Formel

Das gröste Bewegungsmoment $= \frac{4}{27} \gamma . Aa$

wenn das Gefäll a heist. Diese Formel würde dann gelten können, wenn jede Schaufel erst in ihrer niedrigsten Stelle, von dem ganzen Wasserstrale getroffen würde; da aber jede Schaufel schon, bevor sie in die niedrigste Stelle gelangt, den Stos vom Wasser bekömt, der dann dauert, bis sie etwa an den tiefsten Ort kömt, so ist ϑ eigentlich hier eine veränderlich Gröse und $< 90°$. Daher kann man in der Ausübung

14) das gröste Bewegungsmoment oder den grösten Effekt $= \frac{3}{27} \gamma . Aa = \frac{1}{9} \gamma Aa$

und nicht wohl gröser annehmen.

§. 8. Wenn b die Höhe der Schaufeln heist, deren Hälfte noch mit zum Halbmesser r des Rades gerechnet wird, und wenn man die Anzahl der Schaufeln $= n$ sezt, so muß

15) $b = r . \sin v \frac{360°}{n}$

genommen werden; das gibt auch

16) $n = \frac{360°}{\text{Ang} \sin v \; b : r}$

II. Von den oberschlächtigen Rädern.

§. 9. Man gedenke sich durch die Schaufel sowohl, welche das Aufschlagwasser zuerst empfängt, als durch die, welche es unten zulezt noch hat, Horizontallinien gezogen, und nenne deren Entfernung von einander ε; ferner seze man das Stück von des Rades verlängertem vertikalen Durchmesser, welches durch die unterste der genannten Horizontallinien abgeschnitten wird, und bis an den niedrigsten Punkt des Rades reicht, = b. Das Gefäll des Wassers bis an den Punkt, wo der Durchmesser des Rades von der obersten Horizontallinie getroffen wird, heise u, und das gesammte Gefäll bis an den tiefsten Punkt des Rades a; der Querschnitt des Strals an der Stelle, wo er auf das Rad fällt, heisse kk, und des Rades Halbmesser r: so ist, dafern zwischen der ersten und lezten der genannten Schaufeln keine ihr Wasser verschüttet, das statische Moment des sämtlichen in den Schaufeln befindlichen Wassers $= kk.r. (a-u-b)$ wo $a - u - b = \varepsilon$ ist.

§. 10. Es ist am bequemsten, das Rad so geschwind laufen zu lassen, als das Aufschlagwasser auffällt d. i. mit der Geschwindigkeit $2\sqrt{g\,u}$. Das gibt das Bewegungsmoment der Kraft $= kk. (a - u - b). 2\sqrt{g\,u} = A. (a - u - b)$

§. 11.

§. 11. Es versteht sich, daß der Widerstand Q dem Effekt (§. 10.) gemäs eingerichtet werden muß; es sei nämlich μ die Anzahl der Umläufe des Rades in einer Secunde, und ν die der lezten Welle, an der die Last Q in der Entfernung q von der Axe angebracht ist, so hat man

$$\mu = \frac{\sqrt{gu}}{\pi r}$$

und bekanntlich

$$\nu = \frac{A.(a-u-b)}{2\pi q Q}$$

Ist überdas $\nu = \lambda\,\mu$, so hat man

$$\frac{\lambda.\sqrt{gu}}{r} = \frac{A.(a-u-b)}{2qQ}$$

§. 12. Die Voraussezung am Ende des 9 §. findet indessen in der Ausübung nicht Statt, und eine gehörige Ueberrechnung zeigt, daß man in der Anwendung ziemlich sicher das statische Moment der Kraft $= \frac{9}{10}$ kk. r.(a—u) sezen könne. Das verwandelt die vorige Gleichung in folgende Fundamentalformel, für die in der Ausübung anzustellenden Berechnungen, bei oberschl. Wasserrädern

$$17)\quad \frac{\lambda.\sqrt{gu}}{r} = \frac{9.A.(a-u)}{20.q.Q}$$

wo $\frac{9}{10}$. A.(a—u) das Bewegungsmoment der Kraft ist.

§. 13. Wenn das Rad n Schaufeln hat, und in jeder die Wassermenge H ist, so hat man zwischen H und n die Formel

$$18)\ H = \frac{A\pi r}{n\sqrt{gu}}$$

§. 14. Die Verzeichnung der Schaufeln geschieht so: Man theilt die Breite der Felgen, wo die Schaufeln eingesezt werden, in 3 gleiche Theile, und beschreibt durch den ersten von innen aus des Rades Mittelpunkte einen Kreis, den Theilriß, der dann in so viele gleiche Theile getheilt wird, als das Rad Schaufeln haben soll, und dessen Halbmesser eigentlich hier allemal unter dem Halbmesser des Rades zu verstehen ist. Von jedem dieser abgezeichneten Punkte werden grade Linien nach des Rades Mittelpunkte gezogen, über die der innere Theil der Schaufel, die Kropfschaufel, oder Riegelschaufel oder der Kies, zu stehen kömt. Die Richtung, in welcher der äusere Theil, die Stosschaufel, an den innern stößt, gibt sich dadurch, daß man durch jeden ersten und dritten Theilungspunkt eine grade Linie über das Felgen hinauszieht, und solche für die verlangte Richtung annimmt. Um den Durchgang für das Wasser in die Schaufel, den Wassersack, etwas weiter zu erhalten, kann man für die erwähnte Richtung auch die gerade Linie durch den ersten und vierten Theilungspunkt nehmen.

§. 15. Wenn die Breite der Felgen f heist, so fällt in die Augen, daß die Breite der Stosschaufel, weil sie schief über die Felgen hinliegt, allemal $> \frac{2}{3}$ f seyn müsse, und man hat, wenn sie β heist

$$19)\ \beta = -r.\sin\left(\frac{5\pm1}{n}\right).R + \surd\left(\tfrac{4}{3}f.(r+\tfrac{1}{3}f) + r^2.\sin\left(\frac{5\pm1}{n}\right) R^2\right)$$

und

$$20)\ \sin\left(\frac{5\pm1}{n}\right).R = \frac{\tfrac{4}{3}f.(r+\tfrac{1}{3}f)-\beta^2}{2\,r\beta}$$

wo sich das untere Zeichen auf die erste, und das obere auf die zweite Richtung der Stosschaufeln (§. 14.) bezieht. Uebrigens dient die lezte hier genannte Formel, vermittelst der Sinustafeln, n aus der Breite der Felgen und der Stosschaufeln zu bestimmen.

§. 16. Die Breite des Eingangs des Wasserstrals in den Wassersack ist das Perpendikel von einem Theilungspunkte auf die zunächst darunter liegende Stosschaufel. Heist diese Breite p, und die Länge der Schaufeln zwischen beiden Kränzen des Rades l, so hat man zur völligen Einrichtung des Rades noch diese zwo Formeln

$$21)\ p = 2r.\ \sin\frac{2R}{n}.\ \sin\left(\frac{5\pm1}{n}.\ R\right.$$

und

22) $l = \frac{3H}{2fh}$ oder etwa $= 0{,}01$ H wo H in Cub. Zollen ausgedruckt werden muß, da dann l gleichfalls Zolle bedeutet.

§. 17. In der Ausübung ist der Unterschied des Effekts des ober- und unterschlächtigen Rades bei einerlei Gefäll und gleicher Wassermenge überaus beträchtlich. Der Effekt des unterschl. Wasserrades läst sich nämlich nach der Formel no. 14. für $\gamma = 1$ nicht gröser als $\frac{1}{9}$ Aa sezen; nimmt man aber nur ein Gefäll von 12 Fus an, und sezt $u = \frac{1}{10}$ a also $a - u = \frac{9}{10}$ a, so wird der Effekt des oberschl. Rades §. 12. $= \frac{9}{10} A. (a - u) = \frac{81}{100}$ Aa oder sehr nahe $\frac{4}{5}$ Aa, da dann $\frac{4}{5} : \frac{1}{9} = 36 : 5$, also schon für dieses Gefäll der Effekt des oberschlächtigen Rades über 7 mal so gros ist, als der Effekt des unterschlächtigen.

II. Das Nothwendigste aus der Lehre von den Saugwerken.

§. 18. Eine Pumpe ist überhaupt eine Maschine, die so eingerichtet ist, daß das Wasser in einer Röhre vermittelst Auf- und Niederdrückung eines Kolbens gehoben werden kann.

Der Kolben ist ein durchbohrtes cylindrisches Stück Holz oder Metall, das sich rund um, mit seinem äusern Rande an die Röhre genau anschliest,

schliest, und an der obern Oefnung mit einer **Klappe** oder einem **Ventil** versehen ist.

Die Röhre selbst, worin der Kolben auf- und niedergeht, heist das **Kolbenstück** oder der **Stiefel**. Die Röhre, die mit ihrer untern Oefnung unmittelbar im Wasser steht, ist gleichfalls mit einem Ventil versehen, und heist die **Saugröhre**. Zwischen diesem Ventil und dem niedrigsten Kolbenstande kann noch ein Zwischenraum sein, der gleichfalls in eine Röhre eingeschlossen ist, die entweder die fortgesezte Saugröhre oder der fortgesezte Stiefel oder auch ein besonderes Stück Röhre von willkührlicher Weite sein kann. Dieser Raum heist der **schädliche Raum**.

Ist die Pumpe von der Art, daß der Kolben bei seinem niedrigsten Stande unter dem Wasserspiegel steht, so heist sie eine **gemeine Wasserpumpe**; widrigenfalls ein **Saugwerk** oder **Saugpumpe**, von der es wieder drei verschiedene Gattungen gibt, die eigentlich hier betrachtet werden sollen. Die Saugröhre hat nämlich ihr Ventil entweder an ihrer obern oder an ihrer untern Oefnung. Im leztern Falle heist sie eine Pumpe der **unvollkommensten Art**; im erstern Falle hat die Pumpe entweder einen schädlichen Raum, und dann heist sie eine Pumpe der **mittlern Art**; oder sie hat solchen nicht, und heist nun eine Pumpe der **vollkommensten Art**.

§. 19. Es bedeute m^2 den Querschnitt des Stiefels
n^2 den Querschnitt der Saugröhre
c die Höhe des Kolbenhubs
β die Höhe des mit Luft gefüllten Stücks der Saugröhre
h die Höhe der Wassersäule, der die Federkraft dieser Luft das Gleichgewicht hält,
und y die Höhe, um welche das Wasser bei jedem Kolbenzug in der Saugröhre weiter steigt;

so ist, für die Pumpe der vollkommensten Art

$$23)\ y = \tfrac{1}{2}\left(\frac{m^2c}{n^2}+\beta+h\right) - \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}.\left(\frac{m^2c}{n^2}+\beta+h\right)^2 - \frac{m^2ch}{n^2}\right)}$$

Für den ersten Kolbenzug ist bekanntlich h etwa = 32 Rh. Fus. Fände man nun für solchen y = 3. F, so wäre für den zweiten Kolbenzug h = 32 — 3 = 29. F; und wenn dieser Werth substituirt y = 4 F. gäbe, daß also am Ende des zweiten Kolbenzugs das Wasser schon um 3 + 4 = 7 F. in der Saugröhre über dem Wasserspiegel steht, so wäre für den drit-

dritten Kolbenhub h = 32 — 7 = 25 F. u. s. w. Sobald auf solche Art das Wasser nach und nach um eine Höhe > Höhe der Saugröhre gestiegen ist, so muß bei jedem folgenden Kolbenzuge das Wasser um die Höhe c steigen, und die Rechnung nach der erwähnten Formel fällt also alsdann weg.

§. 20. Für die Pumpe der unvollkommensten Art gilt eben die Formel no. 23. nur daß da der Werth von h unveränderlich = 32 f. bleibt.

§. 21. Für eben diese Pumpe ist, wenn b die Länge der Saugröhre bedeutet, die gröste Höhe, auf die das Wasser in der Saugröhre gezogen werden kann,

$$24) = \tfrac{1}{2}\left(\frac{m^2c}{n^2}h+b\right)-\sqrt{\left(\tfrac{1}{4}\left(\frac{m^2c}{n^2}+b\right)^2 - \frac{m^2ch}{n^2}\right)}$$

also muß die Höhe des Wasserspiegels, bis zum niedrigsten Stande des Kolbenventils, geringer als diese Höhe sein, wenn das Wasser bis zur Gußröhre soll kommen können.

§. 22. Für Pumpen der mittlern Art seze man noch

die gröste Höhe des Kolbens
über dem Wasserspiegel $= a$
die Höhe des schädlichen R. $= f$
dessen Querschnitt $= r^2$
seinen Cub. Inhalt $= k^3$

Behält übrigens h die Bedeutung §. 19. und hat h^1 die ähnliche Bedeutung für den nächstfolgenden Kolbenzug, so ist

$$25)\ y = \tfrac{1}{2}\left(\frac{m^2c+k^3}{n^2}+\beta+h^1\right) - \sqrt{\left(\tfrac{1}{4}\left(\frac{m^2c+k^3}{n^2}+\beta+h^1\right)^2+\frac{(h-h^1).k^3}{n^2} - \frac{m^2ch^1}{n^2}\right)}$$

Für den ersten Kolbenzug ist $h = h^1$ und das Glied $\frac{(h-h^1).k}{n^2}$ verschwindet also

§. 23. Die gröste Höhe z, worauf bei dieser Pumpe das Wasser in der Saugröhre steigen kann, ist

$$= \frac{m^2c}{m^2c+k^3}.\ 32\text{ Fus} = \frac{m^2c:n^2}{m^2c:n^2+k^3:n^2}.\ 32\text{ F.}$$

versteht man also unter c und k die auf die Weite der Saugröhre reducirte Höhen des Kolbenzuges und des schädlichen Raumes, so ist

$$26)\ z = \frac{c}{c+k}.\ 32\text{ F. oder} = \frac{ch}{c+k}$$

§. 24. Wenn f die Höhe des schädlichen Raums, und s die Höhe des Stücks desselben bedeutet, bis wohin das Wasser gezogen werkann, so ist

27)

27) $s = \frac{1}{2}\left(\frac{m^2c}{r^2}+f-b\right) \pm \sqrt{\left(\frac{1}{4}\left(\frac{m^2c}{r^2}+f+b\right)^2 - \frac{m^2ch}{r^2}\right)}$

§. 25. Wenn c die auf die Weite des schädlichen Raums reducirte Höhe des Kolbenzugs bedeutet, so sind die Fälle, da das Wasser bis zur Gußröhre gehoben werden kann, diese

1) wenn $b < \frac{ch}{c+f}$ und zugleich $c+f < b$

also auch $\frac{ch}{c+f}$ nicht $< c + f$ ist

2) wenn $c + f + b < 2\sqrt{ch}$ und zugleich $c + f > b$ ist.

Sind also von den drei Stücken b, c und f zwei gegeben, so läst sich allemal der äuserste Werth des dritten angeben, bei dem die Pumpe eben vermögend ist, das Wasser bis zur Gußröhre zu bringen. Nämlich

I.) ist c und f gegeben, so sehe man, ob $\frac{ch}{c+f}$ nicht $< c + f$ ist; in solchem Falle muß man nach dem ersten Saze $b < \frac{ch}{c+f}$ nehmen; wäre $\frac{ch}{c+f}$ nicht $< c + f$, so müste man nach dem zweiten Saze $b < -(c + f) + 2\sqrt{ch}$ nehmen.

II.) Ist b und c gegeben, so gibt sich die Gränze, die f nicht übertreffen darf, so: Aus no. 1. $b < \frac{ch}{c+f}$ folgt auch $f < \frac{c.(h-b)}{b}$; man sehe also, ob c+f oder $c + \frac{c.(h-b)}{b} < b$ ist, und in solchem Falle müste man nach no. 1. $f < \frac{c.(h-b)}{b}$ nehmen; im gegenseitigen Falle aber nehme man $f < -(b+c) + 2\sqrt{c\,h}$

III. Ist b und f gegeben: so gibt der Ausdruck $b < \frac{ch}{c+f}$ auch $c < \frac{bf}{h-b}$; man sehe also, ob $\frac{bf}{h-b} + f$ nicht > b ist, so ist gewiß $c+f < b$, und dann ist nach no. 1. $c < \frac{bf}{h-b}$ zu nehmen; findet aber das Gegentheil statt, so muß man $c < 2h + f - b + \sqrt{2h}.\sqrt{2.(h-f-b)}$ nehmen, da dann die beiden Werthe zur Rechten des Zeichens < die Gränzen sind, zwischen welchen der Werth von c genommen werden muß, und zwar der kleinsten Gränze am nächsten.

§. 26.

§. 26. Wenn vorausgesezt wird, daß die Gußröhre zunächst über dem höchsten Kolbenstande liegt, f die Höhe des niedrigsten Kolbenstandes über dem Wasserspiegel bedeutet, m noch den Querschnitt des Stiefels und h den Kolbenhub ausdruckt, und das Gewicht eines Cub. Fuses Wasser = 1 gesezt wird, so ist der Widerstand, welchen eine an der Kolbenstange vertikal aufwärtsziehende Kraft im ersten Augenblicke der Bewegung zu überwinden hat, $= m.(f+h)$

§. 27. Wenn das Wasser im Stiefel um eine gegebene Höhe ω über den niedrigsten Kolbenstand gestiegen ist, die der Geschwindigkeit des Wassers an dieser Stelle des Stiefels zugehörige Höhe q heißt, und die Kraft, welche den Kolben aufwärts zieht, durch das Gewicht einer Wassersäule über der Grundfläche m in der Höhe k ausgedruckt wird; wenn ferner die Länge der ganzen Saugröhre bis zum Mittelpunkte der untern Oefnung gerechnet = l, und ihre Querschnitte = n gesezt werden: so hat man, die Höhe des schädlichen Raums = ε gesezt,

$$28)\quad q = \frac{(k-f).\omega - \frac{1}{2}\omega^2}{\varepsilon + ml:n + \omega}$$

da dann das Wasser mit zunehmender Geschwindigkeit steigt.

§. 28. Ein Zerbersten der Saugröhre ist hier

hier deswegen nicht zu befürchten, weil der äusere Druck der Atmosphäre überall die Röhre stärker zusammenpreßt, als die innere Wassersäule solche auseinander zu treiben strebt. Aber eben darum ist das Eindringen der Luft sehr leicht möglich, und aus der Ursache doch auf eine feste und dickwändige Röhre sorgfältig zu sehen, damit jeder Kolbenhub volles Wasser gebe.

§. 29. Wenn man $k - f = c$ und $\varepsilon + ml : n = B$ sezt: so ist die Zeit, worin das Wasser im Stiefel von dem niedrigsten Kolbenstande an, um eine gegebene Höhe ω steigt

$$29)\quad t = \left[\text{Bog. Quers. } \frac{\omega}{c} \sqrt{2B} + \frac{c}{\sqrt{2B}} \cdot \left(\text{Bog sv } \frac{\omega}{c} - \sin \text{Bog sv} \frac{\omega}{c}\right)\right] : 2\sqrt{g}$$

§. 30. Soll also der Kolben, dessen Hub hier gleichförmig angenommen wird, bei jedem Hub ohne Zeitverlust so viel Wasser geben, als den ganzen Raum des ganzen Kolbenzugs füllen kann, so hat man, wenn seine Geschwindigkeit v heist

$$v = \frac{\omega}{t}$$

$$30) = \frac{2\,\omega\sqrt{g}}{\text{B. sv} \frac{\omega}{c}\sqrt{2B} + \frac{c}{\sqrt{2B}} \cdot \left(\text{B. sv} \frac{\omega}{c} - \sin \text{B. sv} \frac{\omega}{c}\right)}$$

§. 31.

§. 31. Wenn der Druck der Atmosphäre auf den Kolben, durch eine, auf demselben stehende Wassersäule, von der Höhe Π ausgedruckt wird, die Höhe des niedrigsten Kolbenstandes über der untern Oefnung der Saugröhre $= b$ ist, und die Tiefe der untern Oefnung der Saugröhre unter der Oberfläche des Wassers a heist: so ist bei eben der Voraussezung des vor. §. wenn $\Pi + a = A$ gesezt wird, die Verhältnis der Mündungen

$$31) \quad \frac{m}{n} = \frac{2 g \omega^2}{l v^2 \left(\text{Bog sv} \frac{\omega}{A-b}\right)^2} - \frac{c}{l}$$

$$32) \text{ Folglich } \frac{D}{d} = \frac{t \sqrt{2 g}}{\text{Bog sv} \frac{\omega}{A-b} . \sqrt{l}}$$

wo $l = b - \varepsilon$ ist, und D, d, die Durchmesser des Stiefels und der Saugröhre bedeuten: das gibt nun auch

$$33) \; l = \left(\frac{2 g \omega^2}{v^2 \left(\text{Bog sv} \frac{\omega}{A-b}\right)^2} - b\right) . \frac{n}{m-n}$$

Es versteht sich übrigens, daß die vortheilhafteste Geschwindigkeit des Kolbens zugleich mit der vortheilhaftesten Geschw. der Kraft verbunden werden muß, wenn man den grösten Effekt erhalten will, und daß daher die beiden Formeln no. 30 und 31. deren sich Beli-

dor

dor zur vollkommensten Einrichtung der Pumpen bedient, eigentlich hiezu nicht zu brauchen sind. Der Effekt der Kraft wird vielmehr desto gröser, je gröser man n und kleiner man l nimt, wie die folgenden Formeln ergeben.

§. 32. Für ein doppeltes Saugwerk, da nämlich zwei völlige Saugwerke so mit einander verbunden sind, daß allemal der Kolben des einen steigt, wenn der des andern sinkt, erhält man die in der Zeit T gehobene Wassermenge M

$$34) = \frac{2 m b T \sqrt{g}}{\text{Bog } \mathrm{fv}(b:(k-f)).\sqrt{2.\frac{ml}{n}}}$$

wo k die Bedeutung §. 27. hat, oder

$$35) \; M = \frac{b T \sqrt{2 m g n}}{\text{Bog } \mathrm{fv}\,(b:(k-f)).\sqrt{l}}$$

Und wenn t die Zeit eines Kolbenspiels d. i. die Zeit ist, in welcher der Kolbe einmal auf- und niedergeht, so ist

$$36) \; k = f + b : \mathrm{fv}\ \text{Bog } \frac{t\sqrt{ng}}{\sqrt{2ml}}$$

woraus erhellet, daß zu einem grösern n beieben dem Effekt eine kleinere Kraft gehört. Ueberhaupt ersieht man, daß für den grösten Werth des Quersinus die Maschine die beste Einrichtung habe. Nun ist bekantlich solcher = 2; ist also die Einrichtung der Maschine so gemacht,

daß sv Bog $\frac{t\sqrt{ng}}{\sqrt{2ml}}$ oder $\frac{td\sqrt{g}}{D\sqrt{2l}} = 2$ wird, so ist die Maschine gut eingerichtet. Die beiden Formeln 35 und 36. sind übrigens, mit der Anmerkung bei no. 36. verbunden, für die Lehre von der Berechnung des Effekts und der Einrichtung der Saugwerke zwo Fundamentalformeln. Ich erinnere nur noch, daß man, um den Zutritt der Luft zu verhindern, n doch nicht gern gar gros, und besonders wenn, wie gewöhnlich, die Saugröhre von Holz ist, lieber $n < m$ nimt, damit die Röhrenwand noch dick genug bleibe. Nur darf in keinem Falle $\frac{m}{n}$ oder $\frac{D}{d}$ gröser sein, als die 32ste Formel erfodert. Dagegen muß man ein etwas groses t und kleines b, d. h. einen langsamen und geringen Hub wählen, um k so klein als möglich zu erhalten und also die Maschine mit dem grösten Vortheile zu benuzen, welches auch bei Druckwerken gilt, wie die Folge zeigen wird. Auch muß man l so klein als möglich nehmen, also die untere Oefnung der Saugröhre so wenig als möglich unter Wasser sezen. Uebrigens ist klar, daß M und k hier nur auf die bis an den niedrigsten Kolbenstand reichende Höhe f sich beziehen, nicht aber auf die wirklich bis zur Gußröhre reichende Höhe. Dazu, daß das bis auf die Höhe f gezogene Wasser, durch den

Kol-

Kolben weiter bis zur Gußröhre gehoben und wirklich ausgegossen werde, gehört wieder besondre Kraft, die erst in der Lehre von den Druckwerken untersucht wird.

§. 33. Es ist die Zeit t eines Kolbenspiels gegeben, nebst allen Abmessungen eines doppelten oder auch noch mehr zusammengesezten Saugwerks; überdem ist die Einrichtung der Maschine bekant, welche die Kolben treibt; man sucht das mechanische Moment der angebrachten Kraft für den Beharrungsstand der Maschine.

Aufl. F, K, seien die Wassermengen in Cub. Füsen ausgedruckt, deren Gewichte die Kraft und den zu überwindenden Widerstand ausdrucken, α sei die Geschw. des angegriffenen Punkts der Maschine und b, wie bisher, die Höhe eines Kolbenzugs, also 2 b der Weg eines ganzen Kolbenspiels: so hat man, das Gewicht eines C. Fuses Wasser, = 1 gesezt,

$$37)\ F\alpha = \frac{2Kb}{t}$$

§. 34. Die Menge Wasser, welche die angebrachte Kraft = F in gegebener Zeit T bis an den niedrigsten Kolbenstand also auf die Höhe f heben kann, ist

$$38)\ M = \frac{F\alpha.T}{k}$$

Aus

Aus dem §. 32 erhellet, daß k desto näher an f kömt, je vollkommener die Maschine eingerichtet ist, so daß für den höchsten Grad der Vollkommenheit $k = f$ sein sollte. Man kann also

$$39)\quad M^1 = \frac{F \alpha T}{f}$$

als die Gränze der Wassermenge betrachten, welche die Maschine bei ihrer höchsten Vollkommenheit zur Höhe f zu heben vermögend wäre, und der man sie also, so nahe als möglich, zu bringen suchen muß.

Hat man in vorkommenden Fällen diese Gränze berechnet, so gibt sich daraus die wirkliche Wassermenge, welche die Maschine hebt, indem man jene mit $\frac{f}{k} = \frac{1}{1 + b : f . sv\mathfrak{B} . \frac{t\sqrt{ng}}{\sqrt{2ml}}} = \frac{1}{1 + b : f . sv\,\mathfrak{B}og\,\frac{td\sqrt{g}}{D\sqrt{2l}}}$ multiplicirt, wo ich den Nenner in der Folge $= \lambda$ seze, da dann, wenn man $\frac{f}{b}\, sv\,\mathfrak{B}og\,\frac{td\sqrt{g}}{D\sqrt{2l}} = \omega$ sezt, $\lambda = 1 + \frac{1}{\omega}$ ist.

§. 35. Es versteht sich, daß bei Schäzung der Kraft allemal die Friktion gehörig abgerechnet oder mit zur Last genommen wird.

Besonders ist bei Pumpen auch noch die zwischen dem Kolben und der Röhrenwand entstehende Friktion wohl zu erwägen; sie, so viel möglich, zu vermindern, muß man den Kolben so viel möglich abkürzen, welches auch deswegen nöthig ist, damit der durch die Kolbenöfnung verursachte schädliche Raum gleichfalls so viel möglich vermindert werde. Von der vortheilhtfesten Einrichtung eines Saugwerks wird unten §. 46. noch was vorkommen.

IV. Das Nothwendigste aus der Lehre von Druckwerken.

§. 36. Wenn das in den Stiefel einer Pumpe getretene Wasser durch andere mit dem Stiefel seitwärts oder auch oberwärts verbundene Röhren getrieben wird, die es einem andern Behälter zuführen, so heist diese Pumpe ein Druckwerk, auch eine Appressionspumpe. Wenn am Boden des Stiefels eine Saugröhre mit einem Ventil angebracht ist, so daß das Wasser in den Stiefel, aus dem es in die Höhe gedruckt wird, erst gesaugt wird, so heist man dieses ganze Pumpwerk ein vereinbartes Saug- und Druckwerk. Doppeltes und zusammengeseztes Druckwerk versteht man übrigens eben so wie doppeltes und zusammengeseztes Saugwerk. Hier wird noch von blosen Druckwerken ohne ihre Verbin-

bindung mit Saugwerken gehandelt, und zwar mit der Voraussezung, daß $\frac{b}{f}$ klein und nicht wohl $> \frac{1}{10}$ sei.

§. 37. Aus den sämtlichen Abmessungen eines doppelten Druckwerks und der Kraft, welche die Kolben treibt, die Menge Wasser M zu finden, die das Druckwerk in gegebener Zeit T hebt.

Aufl. Es ist 40) $M = \frac{\frac{1}{2}\pi a^2 b . T}{t}$

wo t die Zeit eines Kolbenspiels und a der Durchmesser des Stiefels ist, π und b aber ihre bekannte Bedeutungen behalten.

Ist nun der Durchmesser der Steigröhre durchaus $= c$, ihre senkrechte Höhe über ihrer untern Oefnung $= f$, und die gegebene Kraft in der Bedeutung wie bei den Saugwerken $= k$: so ergibt sich aus der vorigen Gleichung, den gehörigen Werth von t substituirt, auch

41) $M = \frac{1}{4} \pi a c T. \sqrt{\frac{bg.(k-f)}{l}}$

wo l die ganze Länge der Steigröhre bedeutet.

§. 38. Gleichfalls aus allen Abmessungen und der Kraft gibt sich, wenn K die Menge Wassers bedeutet, deren Gewicht der gegebenen Kraft gleicht, die Zeit eines Kolbenspiels

$$42)\ t = \sqrt{\frac{\pi}{g}} \cdot \frac{a^2 \sqrt{bl}}{c\sqrt{(K - \frac{1}{4}\pi a^2 f)}}$$

$$= 0{,}4484 \cdot \frac{a^2 \sqrt{bl}}{c\sqrt{(K - \frac{1}{4}\pi a^2 f)}}$$

und wenn der Druck auf die unterste Stelle der Steigröhre p heist, in der Bedeutung, in welcher k genommen wurde, so ist

$$43)\ p = \frac{K}{\frac{1}{4}\pi a^2} = k$$

§. 39. Aus allen Abmessungen eines doppelten Druckwerks und der Zeit eines Kolbenspiels hat man

$$44)\ K = \tfrac{1}{4}\pi a^2 f + \frac{\pi}{g} \cdot \frac{a^4 bl}{c^2 t^2}$$

und

$$45)\ p = f + \frac{0{,}256 . a^2 bl}{c^2 t^2} \text{ näml.} = f + \frac{4}{g} . \frac{a^2 bl}{c^2 t^2}.$$

folglich auch wegen der Formel no. 40.

$$46)\ p = f + \frac{0{,}256 . Ml}{5654 . c^2 t}$$

Folgerungen aus diesen Formeln sind: wenn man die Verhältnis $\frac{a}{c}$ einmal bestimt hat, so gehört zur Vollkommenheit des Druckwerks

1) daß man zur Leitung der Steigröhre den kürzesten Weg wähle, oder l so klein als möglich nehme

2) daß

2) daß man keinen grosen Kolbenzug nehme oder b gleichfalls nicht gros sei

3) daß der Kolben nur langsam auf- und niederspiele oder t gros gewählt werde.

diese drei Säze fliesen aus no. 44. da das Druckwerk desto vollkommener ist, je kleiner die nöthige Kraft bei eben dem Effekt ist.

§. 40. Es ist hier wie bei den Saugwerken, wenn F die Menge Wassers, deren Gewicht so gros als die angebrachte Kraft ist, und α die Geschwindigkeit des angegriffenen Punkts der Maschine bedeutet, K aber nunmehr die Menge Wassers ausdruckt, deren Gewicht dem gesamten Widerstande von der Hälfte aller Kolben gleich ist,

47) $F\alpha = \frac{2Kb}{t}$

oder auch aus no. 43.

48) $F\alpha = \frac{\frac{1}{2}\pi a^2 bp}{t}$

oder auch aus no. 40.

49) $F\alpha = \frac{Mp}{T}$

§. 41. Aus der Formel no. 49. folgt

50) $M = \frac{F\alpha . T}{p}$

wo, wie aus no. 45 und 46 erhellet, allemal $p > f$ ist. Läst man daher λ eine Zahl

deuten, die > 1 ist, so hat man wie bei den Saugwerken.

$$51)\ M = \frac{F\alpha . T}{\lambda . f}$$

§. 42. Je vollkommener das Druckwerk ist, desto kleiner muß λ sein, so daß man

$$52)\ M' = \frac{F\alpha . T}{f}$$

als die Gränze der Wassermenge ansehen kann, welche von der wirklichen, bis zur Höhe f gehobenen Wassermenge, niemals übertroffen wird. Es versteht sich übrigens, daß für das einfache Druckwerk ½ T statt T gesezt und übrigens allemal die Friktion gehörig zur Last gerechnet werden muß.

§. 43. Eine vortheilhafte Einrichtung eines zusammengesezten Druckwerks anzugeben, wenn festgesezt ist, welche Art der Kräfte die Kunst treiben, und wie hoch das Wasser gehoben werden soll.

Aufl. Man suche zuerst $M' = \frac{F\alpha . T}{f}$; weil nun auch no. 51 und 52 $M = \frac{M'}{\lambda}$, so suche man, um M zu erhalten, λ; es ist nämlich, wie aus no. 45, 50 und 51 folgt

$$53)\ \lambda = 1 + \frac{4 a^2\ b l}{f g b^2\ t^2}$$

Sezt

Sezt man nun $\frac{4a^2 b\beta l}{fg c^2 t^2} = \frac{1}{\omega}$: so ist

$$54)\ b\omega = \frac{fg c^2 t^2}{4a^2 l}$$

Um M für n Paar Pumpen zu haben, darf man no. 40. nur $n a^2$ statt a^2 schreiben, und dann dienen die Formeln no. 40, 53 und 54 allemal drei Grösen zu bestimmen, wenn die übrigen willkürlich angenommen sind. Soll die Maschine durch ein Rad betrieben werden, dessen Halbmesser r ist, und dessen Umlaufszeit $= \vartheta$, so hat man

$$55)\ \vartheta = \frac{2\pi r}{\alpha}$$

betreibt dieses Rad ohne weiteres Getrieb unmittelbar das Druckwerk: so kömt auf jeden Umgang des Rades ein Kolbenspiel, daß also $\vartheta = t$ wird; vermittelst Getriebe aber kann man auf einen Umgang des Rades mehr oder weniger Kolbenspiele bringen: so daß $\vartheta : \mu = t$ wird, das sich so ausdrucken läst $\vartheta = \mu t$ oder $t = \frac{\vartheta}{\mu}$, also aus no. 55.

$$56)\ t = \frac{2\pi r}{\mu\alpha}$$

Diese vier lezten Formeln dienen nun zur vortheilhaften Einrichtung des Druckwerks so:

I. Eigentlich sollte man $\frac{a}{c} < 1$ nehmen, wie sich aus no. 45 und 53. schliesen läst; aber theils wegen des allenfalls zu befürchtenden Rückfalls des in der Steigröhre befindlichen Wassers, wenn die Oefnung durch die Klappe nicht geschwind genug sollte verschlossen werden, da dann bei einer sehr weiten Steigröhre zuviel zurückfallen würde; theils auch weil die Wand einer engern Röhre eine grösere Festigkeit besizt als die einer weitern: so nimt man $\frac{a}{c}$ gewöhnlich > 1. II. Für l nimt man den kürzesten Weg, den man zur Leitung der Steigröhre nehmen kann (§. 39. 1te Reg.). III. t nimt man gleichfalls etwas gros (§. 39. 2te Reg.) und das erhält man, wenn man wie aus no. 56. erhellet, r gros annimt, oder μ verkleinert. Nach diesen vorläufigen Bestimmungen gibt sich der Werth von $b\,\omega$ aus no. 54. und weil für ein gut eingerichtetes Druckwerk ω gros und b klein sein muß (§. 42. Anf. vergl. mit no. 53. und §. 39. 2te Reg.) so nimt man nun wieder b nach Willkühr klein an, so hat man auch ω und $\lambda = 1 + \frac{1}{\omega}$, also auch

$M = \frac{M'}{\lambda}$. Weil man nun blos die Verhältnis $\frac{a}{c}$ willkührlich angenommen, a und c aber für sich noch nicht bestimt hat, so gibt sich für n Paar Pumpen aus no. 40. na^2 statt a^2 gesezt.

$$57)\ a = \sqrt{\frac{Mt}{\frac{1}{2} n \pi b T}}$$

woraus sich dann c von selbst ergibt, weil $\frac{c}{a}$ gegeben ist.

§. 44. Nach Hrn. Eulers Verfahren läst sich schliesen, daß die Maschine noch gut eingerichtet sei, so lange ω nicht < 10 ist.

§. 45. Ein Saugwerk ist nie ohne Druckwerk, und ein Druckwerk nur sehr selten ganz ohne Saugwerk; selbst da, wo der Stiefel selbst im Wasser steht, und der Kolben das Wasser durch die Ventilöffnung im Boden des Stiefels schöpft, wird das Wasser beim Aufziehen des Kolbens nicht blos durch den Druck des äusern Wassers sondern auch durch den Druck der Atmosphäre in den Stiefel getrieben: so daß auch in diesem Falle kein bloses Druckwerk, sondern ein vereinbartes Saug- und Druckwerk vorhanden ist. Bringt man aber das Ventil bei dem ganz unter dem Wasser stehenden Stiefel nicht am Boden desselben,

son-

sondern unten am Kolben an: so daß es nach dem Boden zu aufgeht, so wird beim Aufziehen des Kolbens das äusere Wasser blos durch sein Gewicht das Kolbenventil aufdrücken, und auf solche Art unter den Kolben in den Stiefel treten. Beim Niederdrücken des Kolbens verursacht nun das unter ihn getretene Wasser, daß das Ventil die Kolbenöfnung wieder verschliest, und das Wasser also keinen andern Ausgang als in die Steigröhre, dessen vorliegendes Ventil es aufdrückt, nehmen kann. Bei dieser Vorrichtung hätte man also wirklich ein bloses Druckwerk.

§. 46. Völlig auf ähnliche Art erhält man eine vortheilhafte Einrichtung der Saugwerke. Für diese gelten nämlich gleichfalls die drei §. 39. bemerkte Folgerungen, auf die sich die vortheilhafte Einrichtung gründet.

I. Man suche also auch für diese zuerst $M' = \frac{F\alpha . T}{f}$ und seze deswegen, um α zu erhalten, den Werth von b, den man klein nimt, und dann die Werthe von t und ϑ zuvor fest, welche beide man wie vorhin etwas gros nehmen muß, woraus sich dann $\alpha = \frac{2\pi r}{\vartheta}$ ergibt.

II. Um nun nach §. 34. $M = \frac{M'}{\lambda}$ zu erhal-

halten, nehme man die Verhältnis $\frac{d}{D}$ wie §. 43. willkührlich an, mit der dortigen Bemerkung no. 1. Auch muß man hier l so klein als es hier angeht nehmen, also die Saugröhre so wenig als möglich unter Wasser sezen.

III. Nach diesen Voraussezungen hat man aus §. 34.

$$58)\ b\,\omega = f.\ \text{sv Bog}\ \frac{t\,d\sqrt{g}}{D\sqrt{2\,l}}$$

und weil man b schon festgesezt hat: so hat man auch ω. Je näher $\frac{t\,d\sqrt{g}}{D\sqrt{2\,l}}$ an π oder an 3,141... kömt, desto vortheilhafter hat man die Abmessungen gewählt. Und nun $\lambda = 1 + \frac{1}{\omega}$ genommen, gibt $M = \frac{M'}{\lambda}$; man muß die Abmessungen so nehmen, daß $\frac{t\,d\sqrt{g}}{D\sqrt{2\,l}} = \pi$ oder doch nahe an π komme, aber nicht $> \pi$ werde, weil alsdann der Quersinus wieder ab- also λ zu- und M abnimt.

IV. Weil man nur die Verhältnis $\frac{D}{d}$ hat, aber nicht D, d für sich: so hat man noch, wenn n doppelte Saugwerke vor-

han-

handen sind, die Formel no. 57. wo D statt a gesezt werden muß, zu gebrauchen.

V. Von vereinbarten Saug- und Druckwerken.

§. 47. Wenn ein Saug- und Druckwerk mit einander verbunden das Wasser bis auf eine gegebene Höhe heben soll, so sei der Theil der Höhe, auf die das Wasser durchs Saugen kömt, $= e$, der aber, auf den es durch den Druck gehoben wird, $= f$; behält nun das bei den Druckwerken gebrauchte λ seine bisherige Bedeutung, und sezt man ν statt des bei den Saugwerken gebrauchten λ, so ist, wie aus den bisherigen Lehren folgt, wenn n doppelte Saugwerke gebraucht werden, der gesamte Widerstand, welchen die Kraft zu überwinden hat, oder

$$59)\ K = \tfrac{1}{4}\pi\, n\, a^2 . (\nu e + \lambda f)$$

wo a des Stiefels Durchmesser ist.

§. 48. Wenn die gesamte Höhe $e + f = h$ gesezt wird, so ist nach der bisherigen Bedeutung der Buchstaben

$$60)\ M' = \frac{F\alpha . T}{h}$$

und

$$61)\ M = \frac{F\alpha . T}{\nu e + \lambda f}$$

im-

immer noch in der Voraussezung, daß b gegen f ziemlich klein und $\frac{b}{f}$ nicht wohl $> \frac{1}{10}$ sei. Ist $\frac{b}{f}$ kein so kleiner Bruch, so hat man genauer

$$62)\ M^{I} = \frac{F\alpha . T}{e+f+b}$$

und

$$63)\ M = \frac{F\alpha . T}{\nu e+\lambda . (f+b)}$$

§. 49. Ein vereinbartes Saug- und Druckwerk bequem anzulegen, müste man so verfahren:

I. Man ordne erst das Druckwerk gehörig an, und bestimme daher für solches die 4 Grösen l, f, $\frac{c}{a}$ und t willkührlich, jedoch den bisherigen Gründen gemäs.

II. Daraus gibt sich vermittelst no. 54. der Werth von $b\omega$.

III. Bestimt man also b, so hat man zugleich ω, folglich auch λ für das Druckwerk.

IV. Nun berechne man das Saugwerk. Man nehme zu dem Ende $\frac{d}{D}$ so an, daß $\frac{t\, d\sqrt{g}}{D\sqrt{2\, l}}$ (wo t seinen zuvor bestimten Werth behal-

halten muß, und l als die Länge der Saugröhre sich von selbst ergibt) $= \pi$ werde, oder doch nahe an π komme, so hat man aus no. 58. nur e statt f gesezt, b ω für das Saugwerk.

V. Hier behält b seinen einmal festgesezten Werth, und man hat also auch ω folglich zugleich $\nu = 1 + \frac{1}{\omega}$

VI. Nun hat man M aus no. 61. oder 63.

VII. Und daher zugleich a = D aus no. 57.

VIII. Folglich auch $c = \frac{c}{a} \sqrt{\frac{M t}{\frac{1}{2} n \pi b T}}$ und

$$d = \frac{d}{a} \cdot \sqrt{\frac{M t}{\frac{1}{2} n \pi b T}}$$

Ueber die sichere Berechnung und vortheilhafte Anordnung der Bewegungskräfte auf Salzwerken.

I. Von der vortheilhaftesten Geschwindigkeit und Gröſe der Kunsträder, und der Höhe ihrer Kurbeln und Schaufeln.

A. Von unterschlächtigen Rädern.

§. 50.

Wenn ein unterschlächtiges Rad das Gefäll a hat, so ist die zu diesem Gefälle gehörige Geschwindigkeit $c = 2\sqrt{g\,a} = 7{,}906.\sqrt{a}$. Um nun mit diesem Rade den grösten Effekt zu erhalten, muß man ihm eine Geschwindigkeit zu geben suchen, bei der die Mittelpunkte der Schaufeln (*) mit einer Geschwindigkeit $= \frac{1}{3}\,c = \frac{7{,}906.\sqrt{a}}{3} = 1{,}635\sqrt{a}$ fortgehen (s. die Formel no. 13.)

§. 51.

(*) Eigentlich sind es nicht genau die Mittel-

§. 51. Wenn des Rades Halbmesser d. h. die gerade Linie vom Mittelpunkte des Wellbaums bis an den Mittelpunkt einer Schaufel r heist, so ist des Rades Umfang $= 3,141.2r = 6,282.r$, und die Anzahl seiner Umdrehungen in einer Secunde $= \frac{2,635.\sqrt{a}}{6,28.r}$, also in einer Minute, wenn sie μ heist,

$$\mu = 60. \frac{2,635\sqrt{a}}{6,28.r}$$

$$64) = \frac{25,175.\sqrt{a}}{r}$$

§. 52. Die Formel no. 14. beweist, daß der gröste Effekt des unterschlächtigen Rades gar nicht von der Gröse des Rades abhängt, oder daß beim grösten Effekt des unterschl. Rades r noch willkührlich bleibe; man könnte also die Höhe des Rades nach Gefallen festsezen, und daraus μ nach no. 64. bestimmen. Das umgekehrte Verfahren scheint mir aber vorzüglicher, daß man nämlich μ festseze, und nun aus der Formel

$$65)\ r = \frac{25,175.\sqrt{a}}{\mu}$$

den

---

punkte der Schaufeln; aber in der Ausübung, wo an mathematische Schärfe nicht zu denken ist, kann man solche dafür annehmen.

den zugehörigen Werth von r suche. Dieses Verfahren, μ festzusezen und r daraus zu suchen, ist deswegen nöthig, um weder eine schädliche Geschwindigkeit, noch eine nachtheilige Langsamkeit des Rades zu erhalten. Bei ersterer hat man den Nachtheil, daß der Effekt der Maschine desto geringer wird, je geschwinder die Kolben in den Stiefeln hin und her bewegt werden (§. 39.), und bei lezterer diesen, daß die gesamte Friktion nicht geschwind genug überwunden wird: so daß die Pumpenstangen keine stetige sondern eine zitternde Bewegung erhalten, welches noch den nachtheiligen Erfolg hat, daß die Bewegung alle Augenblick durch neue Stöse gleichsam erst wieder aus der Ruhe in Bewegung gebracht werden muß, wodurch der Effekt der Maschine sehr vermindert wird. Beides vermeidet man, und erhält überhaupt aus den hieher gehörigen Formeln durchaus sehr schickliche Werthe, wenn man überhaupt sowohl für unter= als oberschlächtige Räder die Regel festsezt:

I. Die Einrichtung muß so gemacht werden, daß sich bei einem zusammengesezten Druck- oder Saugwerke, die Kolben in den Stiefeln mit einer Geschwindigkeit von 8 Zoll $= \frac{2}{3}$ Fus in einer Sec. bewegen.

§. 53. Wenn der Kolbenhub b Fus beträgt, so muß bei einer jedesmaligen Umdrehung des Rades der Kolben 2 b Fus durchlau-

sen, also in einer Minute einen Weg $= \mu . 2b$. Nun soll seine Geschwindigkeit für eine Sec. $= \frac{2}{3}$ Fus, also für eine Minute $= 60 . \frac{2}{3} = 40$. Fus sein. Das gibt

$$40 = \mu . 2b$$

also
$$\mu = \frac{20}{b}$$

dieses in die Formel 65. gesezt, gibt

$$r = 1,2587 . b . \sqrt{a}$$

daraus folgt

II. Um den Halbmesser eines unterschlächtigen Rades zu finden, multiplizire man die Höhe des Kolbenhubs oder die doppelte Höhe der Kurbel mit der Quadratwurzel aus dem Gefälle, und was herauskömt aufs neue mit 1,2587.

Die Höhe des Kolbenhubs folglich auch die Höhe der Kurbel darf schon wegen der Regel §. 39. nicht gros sein. Auserdem aber erfodert solches auch die gewöhnliche mechanische Einrichtung, wodurch die Kolbenstange auf- und niederbewegt wird. Sie hängt nämlich an einem Hebelarm, der sich in einer vertikalen Ebene auf- und niederbewegt; die Stelle selbst, woran sie hängt, muß auf solche in dem Bogen eines Kreises, dessen Halbmesser der Arm ist, auf- und niedergehen, und je höher nun der Hub ist, desto gröser ist der Winkel, um den die Kolbenstange aus ihrer vertikalen Stellung seitwärts gezwängt wird; wodurch

dann

dann nicht nur die Friktion des Kolbens ungemein vergrösert, sondern überdas zugleich das Moment der Kraft wegen der schiefen Richtung sehr vermindert wird. Also hat man alle Ursache, sehr sorgfältig auf einen kleinen Hub zu sehen, und man kann deswegen hier wieder die Regel festsezen:

III. Man sehe 3 und 5 Fus als die Gränzen an, zwischen welchen man die Höhe des Kolbenzugs nimt.

Indessen sollte man doch, dafern kein starkes Gefäll vorhanden ist, nahe bei drei Fus bleiben. Hätte man ein Gefäll von 10 Fus, so könnte man die Höhe des Kolbenzugs wohl = 5 Fus, also die Höhe der Kurbel = 2 $\frac{1}{2}$ Fus nehmen, und dieserwegen habe ich die Gränze bis zu 5 Fus gesezt; aber für ein Gefäll von 10 Fus würde ein unterschlächtiges Rad eine sehr unweise Anlage sein. Und weil man 2 Fus als das kleinste Gefäll ansehen kann, und nun die beiden Gränzen 2 und 10. viermal so weit von einander entfernt sind, als die beiden 3 und 5, so kann man das Willkührliche, das noch in der Regel III. liegt, näher so bestimmen:

IV. Um den vierten Theil dessen, um welches das Gefäll gröser oder kleiner als 2 Fus ist, nehme man die Höhe des Kolbenzugs gröser oder kleiner als 3 Fus.

Ex. man soll bei einem Gefälle von 3 $\frac{1}{2}$ Fus

den Halbmesser eines anzulegenden unterschlächtigen Rades nebst der Höhe der zugehörigen Kurbel bestimmen.

Aufl. Weil das Gefäll um $1\frac{1}{2}$ Fus gröser als 2 Fus ist, so ergibt sich nach der vierten Regel die Höhe des Kolbenzugs $= 3 + \frac{1}{4} \cdot 1\frac{1}{2}$ $= 3\frac{3}{8}$, also die Höhe der Kurbel $= \frac{3\frac{3}{8}}{2} = 1\frac{11}{16}$ Fus. Und nun nehme man nach der zweiten Regel $\sqrt{3\frac{1}{2}} = 1,87$; diese mit der Höhe des Kolbenzugs $3\frac{3}{8}$ multiplizirt gibt 6,311; und nun ist der verlangte Halbmesser des Rades $= 1,258 \cdot 6,311 = 7,94$ Fus; und es gehört also nach den hier gegebenen Regeln zu dem Gefälle von $3\frac{1}{2}$ F. ein 15,88 schuhiges unterschlächtiges Rad mit einer $1\frac{11}{16}$ Fus hohen Kurbel.

§. 54. Aus dem 17. §. folgt,

V. daß man kein unterschlächtiges Rad anlegen müsse, sobald man über 4 Fus Fall hat.

Zu einem Gefälle von 4 Fus gehört ein Kolbenzug von $3 + \frac{1}{4} \cdot 2 = 3\frac{1}{2}$ Fus, folglich nach der zweiten Regel

$$r = 1,2587 \cdot 3,5\sqrt{4}$$
$$= 8,81 \text{ Fus}$$

und es würde also in dem Falle ein nicht völlig 18 schuhiges Rad erfodert. Nach den nur erwähnten 5 Regeln sollte man also auf ei-

einem Salzwerke kein unterschlächtiges Rad haben, das über 18 Fus hoch wäre.

§. 55. Wenn die Höhe der Schaufeln $\frac{3}{4}$ Fus hoch angenommen wird, welches hier als die Gränze der Höhe angesehen werden kann, weil höhere Schaufeln, wie aus dem 7ten §. folgt, nachtheilig sind, so ist (nach der 16ten Formel) die Anzahl der nöthigen Schaufeln

$$= \frac{360^\circ}{\text{Ang. sinv } \frac{3}{4} : r} = \frac{360^\circ}{\text{Ang sv. } \frac{3}{4} : 1{,}2587 . b . \sqrt{a}}$$

also, wenn man nach der vierten Regel

$b = \frac{a - 2}{4} + 3$ sezt, die Anzahl Schaufeln

$$= \frac{360^\circ}{\text{Ang sv } \frac{3}{4} : 1{,}2587 . (3 + \frac{a-2}{4}) \sqrt{a}}$$

Ex. Für das Rad im vor. §. ist $\sqrt{a} = 1{,}87$, $3 + \frac{a-2}{4} = 3\frac{3}{8}$; $(3 + \frac{a-2}{4}) . \sqrt{a} = 6{,}311$; dieses mit $4 \times 1{,}2587$ multipliz. gibt $31{,}769574$ und nun $\frac{3}{31{,}769574} = 0{,}09039 -- =$ Ang. Cos $(1 - 0{,}09049.) =$ Ang. Cos. $0{,}9095 --- = 24^\circ\ 33'$, also die Anzahl der Schaufeln $= \frac{360^\circ}{24^\circ\ 33'} = 14{,}6$ wofür man also 15 nimt.

B. Von oberschlächtigen Rädern.

§. 56. Hier gilt die Regel §. 52. unverändert.

§. 57. Wenn das Gefäll des Aufschlagwassers bis an die Riegelschaufel, auf die es zuerst fällt, u heist, und der Halbmesser des Rades d. i. die gerade Linie vom Mittelpunkte des Wellbaums bis etwa in die Mitte zwischen dem inern und äusern Umfange des Kranzes r heist, so ist hier, da man dem Rade an dieser Stelle, die der Höhe u zugehörige Geschwindigkeit gibt, die Anzahl der Umdrehungen in einer Minute

$$66)\ \mu = \frac{60\sqrt{gu}}{\pi r} = \frac{75{,}216.\sqrt{u}}{r}$$

Vermög der ersten Regel erhält man nun auch hier §. 53.

$$67)\ \mu = \frac{20}{b}$$

also

$$\frac{75{,}216.\sqrt{u}}{r} = \frac{20}{b}$$

das gibt

$$68)\ u = \frac{400}{75{,}216^2} \cdot \frac{r^2}{b^2}$$

$$= 0{,}0707 \cdot \frac{r^2}{b^2}$$

§. 58. Je kleiner u genommen wird, desto gröser ist der Effekt des Rades, wie aus dem

10. §.

10. §. erhellet. In der Ausübung geht es aber nicht wohl an, u sehr klein zu machen, weil die Schaufeln für sich schon einen Fall von etwa einem Fus geben. Ich gebe daher vorläufig die allgemeine Regel:

VI. Man nehme den Kolbenhub den vierten Theil so gros als den Halbmesser des Rades, also die Kurbel den achten Theil. Das gibt

$$u = 0{,}0707 \cdot 16 \text{ Fus}$$
$$= 1 \text{ F. } 1\tfrac{1}{2} \text{ Zoll.}$$

§. 59. Die Voraussezung $b = \frac{1}{4} r$ gibt nun

$$69) \quad \mu = \frac{20}{\frac{1}{4}r} = \frac{80}{r}$$

So geht z. B. ein etwa 33 schuhiges Rad, wo also $r = 16$ F. ist (*) $\frac{80}{16} = 5$ mal in einer Minute herum.

§. 60. Wenn man **Beyers** Vorschrift gemäs die Schaufeln etwa 13 Zoll weit auseinander stellt, und die Felgen einen Fus breit annimt, so findet man, die in jede Schaufel fallende Wassermenge = H gesezt, nach der 22. Formel, ihre Breite etwa = 0,01 H. Wenn die in einer Secunde auf das Rad fallende Wassermenge A heist, so ist, weil die

(*) Weil der Halbmesser nur bis in die Mitte der Schaufeln gerechnet werden darf.

Anzahl aller Schaufeln $= \frac{3,141.2r}{13}$ wo r in Zollen auszudrucken ist, diejenige Anzahl Schaufeln, auf welche die Wassermenge 60.A vertheilt wird, $= \mu . \frac{3,141.2r}{13}$; also kömt auf eine Schaufel eine Wassermenge

$$= \frac{60.\ A}{\mu . \frac{3,141.2r}{13}} = \frac{60.\ A}{\frac{12.80}{r} . \frac{3,141.2r}{13}}$$ (wo $\frac{12.80}{r} = \mu$, weil r hier Zolle bedeutet)

$$= \frac{13.5.A}{160.3,14} = 0,1294.A = H;$$ also ist die Breite der Schaufeln in Zollen $= 0,01.H$ $= 0,01.\ 0,1294.\ A$, wo A in Cub. Zollen auszudrucken ist. Druckt man aber A in Cub. Fus aus, so ist diese Breite in Zollen $= 0,01.\ 0,1294.\ 1728.\ A = 2,236.\ A$; das gibt die 7te Regel:

VII. Man drucke die in einer Sec. auf das Rad fallende Wassermenge in Cub. Fus aus, und multiplizire solche mit 2,236; das Produkt gibt die Breite der Schaufeln in Zollen.

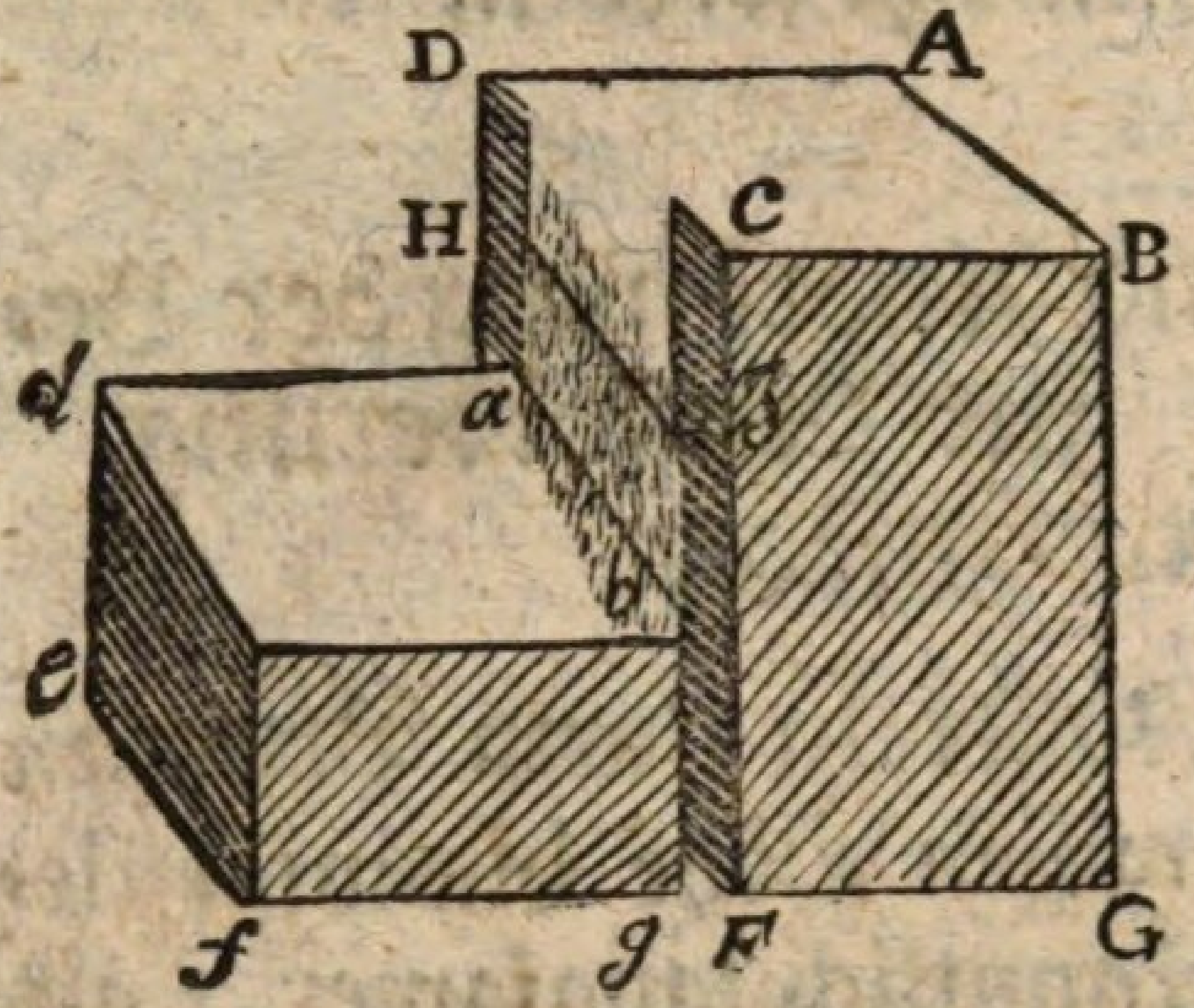
Ex. Es sei A = 20 C. Fus, so ist die erfoderliche Breite der Schaufeln = 2,236. 20 = 44,72 Zoll = 3 Fus 8,72 Zoll, wofür man

man 4 Fus annehmen kann, weil doch eine völlig genaue Berechnung hier nicht zu erwarten ist, und die Schaufeln allemal lieber etwas breiter als schmäler gemacht werden.

II. Berechnung und Anordnung der Bewegungskräfte zur Aufförderung der Brunensoole.

§. 61. Ist das Wasser in einem Brunnen schon bis zu einer gewissen Höhe hinaufgestiegen, so steigt es bekanntlich langsamer, als wenn es sich noch niedriger in der Tiefe befindet, und der Ausfluß der Quellen wird desto schwächer, je höher das Wasser im Brunnen steht. Die Quellen zu visiren, muß man also eine gewisse Tiefe festsezen, in der man das Wasser oder die Soole beständig erhalten will, und dann die Visirung für diese Tiefe vornehmen. Um die Quellen so stark zu bekommen, als es möglich ist, muß man die nur erwähnte Tiefe so gering nehmen, als es andere Umstände zulassen. Der vorzüglichste Umstand, der hiebei in Betrachtung zu ziehen ist, ist dieser, daß man die Soole beständig rein und hell erhalte, und dieserwegen ist es nicht rathsam, die Soole im Brunnen weiter als bis auf die 3 lezten Fus auszuschöpfen. Ich werde aus dieser Ursache hier 3 Fus als die unveränderliche Tiefe der Soole im Brunnen annehmen.

§. 62. Man fasse die in einem Brunnen befindliche Quellen so, daß sie sich sämtlich in einen Behälter A B G F I H D ergiesen, das übrigens gestaltet sein mag, wie man will. Nur sollen drei Wände, wenn es deren überhaupt vier hat, höher als 3 Fus sein, so daß die Soole, wenn der Behälter über 3 Fus hoch ausläuft, über den Rand H I auslaufen kann. Dicht an die Wand H F I muß ein parallelepipedisches Gefäs a b g f e d so angestellt sein, daß die aus dem Behälter überfliesende Soole hineinfällt, und seine Grundfläche übrigens horizontal liegt. Gibt man nun Acht, wie hoch nach und nach die Soole in diesem angestellten Gefäse steigt, so weis man aus der bekannten Grundfläche desselben die Menge Soole, welche die Quellen in jeder gegebenen Zeit ausgiesen.



§. 63. Hat man auf diese Art gefunden, daß der Brunnen in jeder Sec. die Soolenmenge = M liefere, so müssen die Bewegungskräfte für diesen Brunnen so eingerichtet sein, daß durch sie jede Sec. die Solenmenge = M herausgeschaft werde.

§. 64. Man bedient sich zu dieser Aufforderung vereinbarter Saug- und Druckwerke,

doch

doch so, daß man gern die Verhältnis der Höhe der Steigröhre zur Höhe der Saugröhre so klein annimt, als es die Umstände verstatten, weil bei den Druckwerken alles gewaltsam ist, und die Steigröhre bei einer måsigen Höhe schon eine ziemliche Stårke haben muß (Form. no. 45. und 46.), wenn sie nicht bersten soll, da hingegen die Saugröhre diese Festigkeit nicht braucht (§. 28.)

§. 65. Um nun das zur Auffôrderung der Brunnensoole bei jedem Gefälle nöthige Aufschlagwasser zu finden, bediene man sich der Formel no. 63. da man dann, wenn b gegen f sehr klein ist, b im Nenner weglassen kann. Nun ist hier §. 63. M für eine Sec. gegeben; man hat also wenn M reines süses Wasser bedeutet, für jede Secunde

$$M = \frac{F\alpha}{\nu e + \lambda.(f+b)}$$

aber M bezieht sich hier auf die im Brunnen befindliche Soole. Sezt man also die specifische Schwere des süsen Wassers $= 1$, der aufzufördernden Soole aber $= \gamma$, so hat man hier eigentlich γ M statt M, und

$$\gamma M = \frac{F\alpha}{\nu e + \lambda.(f+b)}$$

also

$$70)\ F\alpha = \left(\nu e + \lambda.(f+b)\right).\gamma M$$

Nun

Nun ist

A. Für das unterschlächtige Rad.

(Form. no. 14.) $F\alpha = \frac{1}{9} A a$

also

$$\tfrac{1}{9} A a = \left(\nu e + \lambda . (f+b)\right) . \gamma M$$

und

$$71)\ A = \frac{9 \gamma . \left(\nu e + \lambda . (f+b)\right) . M}{a}$$

Um nun noch die Friktion gehörig mit in Rechnung zu bringen, verfahre man so: Der Druck gegen die Schaufel, der ihr das Gleichgewicht hält, heise φ; ist nun Z die jede Secunde nöthige Wassermenge, die erfodert wird, um die Soolenmenge M nebst der Friktion zu wältigen, so ist der Druck dieser Wassermenge Z auf die Schaufel $= \frac{2}{9} Z \sqrt{\frac{a}{g}}$, wie sich ergibt, wenn man den Werth von P (Form. no. 4.) mit $\frac{4}{9}$ (Form. no. 13*) multiplizirt, und $k = 1$, das dortige $\gamma = 1$ und $\vartheta = 90$ sezt. Das gibt nun

$$\tfrac{2}{9} Z \sqrt{\frac{a}{g}} - \varphi = \tfrac{2}{9} A \sqrt{\frac{a}{g}}$$

also

$$Z = A + \frac{\varphi}{\frac{2}{9} \sqrt{\frac{a}{g}}}$$

=

$$= A + \frac{9\varphi}{2} \sqrt{\frac{g}{a}}$$

dies in die Formel no. 71. gesezt, gibt

$$72) Z = \frac{9\gamma}{a} \cdot \left(\nu e + \lambda . (f+b) \right) . M + \frac{9\varphi}{2} . \sqrt{\frac{g}{a}}$$

Diese ungemein brauchbare Formel dient also, bei jedem gegebenen Gefälle die Menge des zur Auffördernng der Brunnensoole nöthigen Aufschlagwassers Z anzugeben, dafern man sich eines unterschlächtigen Rades bedient. Wenn man nun überdas nach der 4ten und 2ten Regel die Höhe der Kurbel und des Rades bestimt, so hat man die zur Nuzung des Brunnens nöthige Bewegungskräfte gehörig angeordnet. Um diese Formel jedesmal leicht anwenden zu können, dient nachstehende Tafel. Ich habe sie genauer und richtiger berechnet, als die in der I. Pr. des Beitr. zur Salzwerksk. S. 22. Ich wiederhole indessen auch hier die schon dort beigebrachte Bemerkung, daß man in der Ausübung von den Zahlen der lezten Col. allemal zwischen ein Fünftheil und ein Sechstheil abziehen müsse, um die Menge des wirklich zu erhaltenden Salzes zu bestimmen. Es hat dieses Umstandes wegen mein Bruder, dessen ich schon im Eingange zur I. Pr. erwähnt habe, auf einem Hessischen Salzwerke sorgfältige Versuche angestellt, und gefunden, daß, die vielen fremde erdichtete, sandich-

te

te und andere unreine Theile ungerechnet, blos die sogenannte Bitterlauge im Gewichte den 7ten Theil des bewirkten Salzes beträgt. Auserdem aber, daß also durch die Bitterlauge oder Muttersoole wirklich der 7te Theil Salz verloren geht, muß man noch überlegen, daß sie wegen ihrer beträchtlichen spec. Schwere auch der Soole eine scheinbare grösere Löthigkeit mittheilt, so daß die Soole wirklich die Löthigkeit nicht hat, die man durch die Spindel findet. Diese Umstände zusammengenommen sind nun hinreichend, die Nothwendigkeit des beträchtlichen Abzugs von $\frac{2}{11}$ zu erklären.

Lötigkeit der Soole	Specifische Schwere	Gewicht von einem Cub. Fus.	Gewicht der in 1 C. Fus Soole enthaltenen Salzmenge
0.	1,000	68 ℔.	0. ℔.
1.	1,007	68,476	0,6847
2.	1,014	68,952	1,3790
3.	1,021	69,428	2,0828
4.	1,027	69,836	2,7934
5.	1,035	70,380	3,5190
6.	1,042	70,856	4,2513
7.	1,049	71,332	4,9932
8.	1,056	71,808	5,7446
9.	1,063	72,284	6,5055
10.	1,071	72,828	7,2828

11.	-	1,078	-	73,304	-	8,0634
12.	-	1,086	-	73,848	-	8,8617
13.	-	1,093	-	74,324	-	9,6621
14.	-	1,101	-	74,868	-	10,4815
15.	-	1,108	-	75,344	-	11,3016
16.	-	1,116	-	75,888	-	12,1422
17.	-	1,123	-	76,364	-	12,9818
18.	-	1,130	-	76,840	-	13,8312
19.	-	1,138	-	77,384	-	14,7029
20.	-	1,145	-	77,868	-	15,5736
21.	-	1,153	-	78,404	-	16,4648
22.	-	1,160	-	78,880	-	17,3536
23.	-	1,168	-	79,424	-	18,2675
24.	-	1,175	-	79,900	-	19,1760

§. 66. Wenn der Zugang der Luft in die Saugröhre und in den Stiefel unter den Kolben völlig verhindert wird, so kann man f+b beinahe = 32 Rh. Fus sezen. Weil aber diese Voraussezung nicht genau Statt hat, so will ich f+b = 31 Rh. Fus als die Gränze der Höhe annehmen, auf welcher das süse Wasser sicher von der Atmosphäre im leeren Raume erhalten werden kann. Um nun für jede löthige Soole den grösten Werth zu haben, der sich für e+b annehmen läst, muß man 31 durch die Zahlen der 2ten Col. der vorstehenden Tafel dividiren. Daraus gibt sich folgende Tafel:

Löthigkeit der aufzuziehenden Soole			Zugehörige gröste Werth von e+b
0.	-	-	31,00 Rh. Fus.
1.	-	-	30,78
2.	-	-	30,57
3.	-	-	30,36
4.	-	-	30,18
5.	-	-	29,95
6.	-	-	29,75
7.	-	-	29,55
8.	-	-	29,35
9.	-	-	29,16
10.	-	-	28,95
11.	-	-	28,75
12.	-	-	28,54
13.	-	-	28,26
14.	-	-	28,16
15.	-	-	27,97
16.	-	-	27,77
17.	-	-	27,60
18.	-	-	27,43
19.	-	-	26,24
20.	-	-	26,07
21.	-	-	26,88
22.	-	-	26,72
23.	-	-	26,54
24.	-	-	26,38

§. 67. Ex. zu §. 62-66. das parallelepipedisches Gefäß (§. 62.) sei 3 Fus lang, 2 F. breit

breit und $2\frac{1}{2}$ F. hoch, und werde 4 mal in einer Minute von der aus dem Behälter überlaufenden Soole angefüllt; man verlangt die zur Aufförderung dieser Brunnensoole gehörige Bestimmung und Anordnung der Bewegungskräfte.

Aufl. Die Brunnensoole sei 3 löthig; überdem sei das Gefäll des vorhandenen Aufschlagwassers $3\frac{1}{2}$ Fus, also ein unterschlächtiges Rad dienlich. Die Höhe, auf welche die Soole aus der Tiefe gehoben werden soll, betrage 56 Fus. Um nun ein vereinbartes Saug- und Druckwerk gehörig anzulegen, verfahre man §. 49. so:

I. Man bestimme vor allen Dingen die Höhe des Kolbenzugs nach der 4. Reg. §. 53. diese ergibt sich aus dem dortigen Ex. $= 3\frac{3}{8}$ Fus

II. Nun ist der gröste Werth, der sich von e + b annehmen läst, nach der Tafel §. 66. hier = 30, 36 Fus. Wenn man nun dem 64 §. gemäs den grösten Werth von e nimt, so hat man

$$e = 36,36 - 3\tfrac{3}{8}$$
$$= 26,99 \text{ Fus}$$

wofür ich dann

$$e = 26 \text{ Fus}$$

beibehalten will, So bleibt also der geringste Werth von f hier

$$f = 56 - 26 = 30 \text{ Fus}$$

Ich will annehmen, die Steigröhre soll senkrecht in die Höhe stehen, so hat man

$$l = f = 30 \text{ Fus}$$

III. $\frac{c}{a}$ will ich $= \frac{4}{5}$ sezen

IV. Weil der Kolbenzug $b = 3\frac{3}{8}$ Fus beträgt, so ist aus der ersten Regel §. 52.

$$t = \frac{2 \cdot 3\frac{3}{8}}{\frac{2}{3}} = 10\tfrac{1}{8} \text{ Sec.}$$

V. Nun ergibt sich

$$b\,\omega = \frac{30 \cdot 15,625 \cdot 16 \cdot 10\frac{1}{8}^2}{4 \cdot 25 \cdot 30 \cdot}$$

$$= 249,828$$

also $\omega = \frac{249,828}{3\frac{3}{8}} = 74,02$

und $\lambda = 1 + \frac{1}{\omega} = 1,0135$

Weil nun ferner $\frac{t\sqrt{g}}{\sqrt{2l}} = 5,16$ also

$\frac{\pi}{t\sqrt{\frac{g}{2l}}} = \frac{3,14}{5,16} = 0,6$, so nehme man

(§. 49. no. IV.)

VI. Für das Saugwerk $\frac{d}{D} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$;

VII. Nun suche man hier gleichfalls $b\,\omega$; es ist nämlich, wenn die Saugröhre 3 F.

un-

unter Wasser steht, also hier $l = 26+3 = 29$ ist

$$\frac{td\sqrt{g}}{D\sqrt{2l}} = 3,153\ldots$$

welches zwischen Bogen 180° und 181° fällt, daß nämlich nicht, wie es doch sein sollte, genau 180° herauskömt, rührt von der Irrationalität der Zahlen her, die hier nicht genau genug berechnet worden. Also ist doch eigentlich hier

$$\text{sv Bog } \frac{td\sqrt{g}}{D\sqrt{2l}} = 2, \text{ und}$$

$$b\omega = 26.2 = 52$$

mithin $$\omega = \frac{52}{3\frac{3}{8}} = 15,41$$

Folglich $$\nu = 1 + \frac{1}{\omega} = 1,064$$

VIII. Die in einer Sec. aufzuziehende Soolenmenge M gibt sich so: der Inhalt des Parallelepipedischen Gefäses ist nach den in der Aufg. gegebenen Stücken $= 3.2.2\frac{1}{2} = 15$ Cub. Fus, und dieses 4 mal genommen, gibt die Soolenmenge für eine Minute $= 4.15 = 60$ Cub. Fus also $M = 1$ Cub. Fus

IX. das gibt den Durchmesser des Stiefels

$$a = \sqrt{\frac{10\frac{1}{8}}{\frac{1}{2}n.3,141.3\frac{3}{8}}}$$

also wenn man sich nur eines doppelten Saug- und Druckwerks bedienen will, wo $n = 1$ ist,

$$a = \sqrt{\frac{10\frac{1}{8}}{1,57 \cdot 3\frac{3}{8}}}$$

$= 1,381$ Fus

$= 1$ Fus 4 Zoll 7 Linien

und der Durchmesser der Steigröhre

$c = \frac{4}{5} \cdot 1,381 = 1,105$ Fus

$= 1$ Fus 1 Zoll 3 Linien

und $d = \frac{3}{5} \cdot 1,381 = 0,828$ F. $= 9$ Zoll $11\frac{1}{4}$ Linien.

X. Der Durchmesser des erfoderlichen Rades beträgt (§. 53.) 15,88 Fus; wenn nun sein Gewicht auf 3000 ℔ berechnet wird, so ist die Friktion am Wellzapfen etwa 1000 ℔; wenn ich nun den Halbmesser des Wellzapfens $= \frac{1}{5}$ Fus seze, also beinahe $= \frac{1}{17} b$ oder $= \frac{2}{17}$ der Kurbel und dann die absolute Friktion der Kolben zusammen $= 20$ ℔ annehme, so beträgt solche am Wellzapfen $\frac{17 \cdot 20}{2} = 170$ ℔. Man kann also, dafern, wie ich hier vorausseze, das Rad in der Nähe ist, die gesamte Friktion am Wellzapfen $= 1170$ ℔ schäzen, und es ist demnach

$$\varphi = \frac{\frac{2}{5}}{15,88} . 1170 \text{ ℔}$$

$$= 0,4 \text{ Cub. Fus Wasser}$$

Ferner gibt sich

XI. aus der Tafel §. 65.

$$\gamma = 1,021$$

und wenn man nun §. 65. in der Form. no. 72. alles gehörig substituirt, so gibt sich die zu Betreibung des Rades nöthige Wassermenge für jede Sec.

$$Z = \frac{9.1,021}{3,5} . \left(1,064.26 + 1,0135.(30 + 3\tfrac{3}{8})\right)$$

$$+ \frac{9.0,4}{2} \sqrt{\frac{15,625}{3,5}}$$

$$= 161,393 + 3,801 \text{ Cub. Fus}$$

wo 3,801 der Theil des Aufschlagwassers ist, welcher der Friktion wegen erfodert wird. Also ist das gesamte für jede Sec. erfoderliche Aufschlagwasser

$$Z = 165,164 \text{ Cub. Fus}$$

da dann jede Sec. nach no. VIII. gerad ein C. Fus Soole aufgezogen wird.

§. 68. Ist die Menge des Aufschlagwassers Z und sein Gefäll a gegeben, so gibt sich auch aus no. 72. die Menge Brunnensoole M, die sich vermittelst eines unterschlächtigen Rades auf die Höhe e + f bringen läst, nämlich

$$M = \frac{Z - \frac{9}{2}\,\varphi\sqrt{\frac{g}{a}}}{\frac{9\gamma}{60 \cdot a}\left(\nu e + \lambda.(f+b)\right)}$$

$$73) \quad = \frac{\frac{2}{9}\,Z - \varphi.\sqrt{\frac{g}{a}}}{\frac{\gamma}{30.a}.\ \nu e + \lambda.(f+b)}$$

§. 69.

B. Für das oberschlächtige Rad

ist (§. 12.), h statt a gebraucht,

$$F\,\alpha = \tfrac{9}{10}\,A.(h - u)$$

also hier

$$\tfrac{9}{10}\,A.(h - u) = \nu e + \lambda.(f + b).\,\gamma.M.$$

mithin

$$74)\ A = \frac{\nu e + \lambda.(f+b)}{0{,}9.(h-u)}.\ \gamma M$$

das wäre also die Wassermenge, welche erfodert würde, die Soolenmenge M aufzuziehen, wenn keine Friktion vorhanden wäre. Heist nun diese in eben der Bedeutung wie §. 65. φ, so gibt sich φ so. Das statische Moment der Kraft ist hier, wie aus dem 12. §. erhellet,

$$= 0{,}9.k^2 r.\ (h - u)$$

Nun ist $k^2 = \frac{Z}{2\sqrt{g\,u}}$, wenn Z die Bedeutung wie vorhin hat, also das statische Moment

ment der Kraft $= 0{,}9 \cdot \frac{Z}{2\sqrt{gu}} \cdot r. (h - u)$ $= 0{,}45 \cdot \frac{r. (h - u)}{\sqrt{gu}} \cdot Z$; Es muß aber, weil das statische Moment von $\varphi = r\,\varphi$ ist $0{,}45 \cdot \frac{r. (h - u)}{\sqrt{gu}} \cdot Z - r. \varphi = 0{,}45 \cdot \frac{r. (h - u)}{\sqrt{gu}} \cdot A$ sein, das gibt also

$$Z = A + \frac{\varphi . \sqrt{gu}}{0{,}45 \cdot (h - u)}$$

oder wegen no. 74.

$$75)\ Z = \frac{\nu e + \lambda . (f+b)}{0{,}9 . (h - u)} . \gamma M + \frac{\varphi . \sqrt{gu}}{0{,}45 . (h - u)}$$

Diese Formel ist völlig das für oberschlächtige Räder, was die no. 72. für unterschlächtige war. Verfährt man also nun nach der 6ten Regel §. 58. so läßt sich diese Formel no. 74. völlig wie die no. 72. nach dem Ex. §. 67. anwenden.

§. 70. Auch gibt sich hier wie bei dem unterschlächtigen Rade aus der Menge des Aufschlagwassers Z und dessen Gefälle h die Menge der Brunnensoole M, welche sich vermittelst eines oberschlächtigen Rades auf die Höhe e+f bringen läßt. Nämlich

$$76)\ M = \frac{\left(Z - \frac{\varphi . \sqrt{gu}}{0{,}45 \cdot (h - u)}\right) . 0{,}9 . (h - u)}{\gamma . (\nu e + \lambda . (f + b))}$$

III. Berechnung und Anordnung der Bewegungskräfte zur Betreibung der Gradiergebäude.

§. 71. Mehr eigenes hat die Anordnung der Bewegungskräfte auf den Gradiergebäuden selbst. Wenn nämlich die Soole aus dem Brunnen aufgefördert, und in die Bassins der Gradierhäuser geleitet worden ist, so wird aus solchen bekanntlich die Soole weiter in die Höhe, nämlich in die über den Dornwänden befindliche Tröge aufgezogen. Weil nun die aufgezogene Soole aus diesen Trögen, vermittelst der Krahnen beständig wieder herabtröpfelt, und in das untere Bassin fällt, so muß man dahin sehen, daß jede Stunde so viel Soole in die Tröge hinauf gezogen werde, als in eben der Zeit aus den Trögen herabtröpfelt. Weil nun die Bewegungkräfte so angeordnet werden müssen, daß sie hinreichen, einen Gradierbau auch bei starkem Abtröpfeln zu betreiben, so werde ich die folgenden Säze auf die Voraussezung gründen, daß

„ein 4 Fus breiter und $\frac{5}{4}$ Fus tiefer Trog
„aus einem einwändigen Gradierbau in 12
„Stunden etwa 4 mal, aus einem zwei-
„wändigen aber etwa 9mal auströpfele.

§. 72. Also muß für jeden laufenden Fus in 12 Stunden 32 ± 13 Cub. Fus Soole aufgezogen werden, wo das obere Zeichen auf

2 wändige, das untere aber auf 1 wändige Gradierhäuser geht. Das trägt auf jede Stunde $\frac{32 \pm 13}{12}$ also auf jede Secunde $\frac{32 \pm 13}{34200}$ Cub. Fus.

§. 73. Für 100 laufende Fus müssen also in jeder Sec. $\frac{32 \pm 13}{432}$ C. Fus Soole aufgezogen werden.

§. 74. Die zu 100 Fus sowohl einfacher als doppeltwändiger Gradierung nöthige Bewegungskräfte zu bestimmen.

Aufl. Man seze nur $M = \frac{32 \pm 13}{432}$ so gibt sich

1) Für ein unterschlächtiges Rad (Form. no. 72.) das nöthige Aufschlagwasser

$$77) \; Z = \frac{9\gamma}{a} \cdot \left(\nu e + \lambda.(f+b)\right) \cdot \frac{32 \pm 13}{432} + \frac{9\varphi}{2} \sqrt{\frac{g}{a}}$$

2) Für ein oberschlächtiges Rad (Form. no. 75.)

$$78) \; Z = \frac{\nu e + \lambda.(f+b)}{0{,}9.(h-u)} \cdot \gamma . \frac{32 \pm 13}{432} + \frac{\varphi . \sqrt{g\,u}}{0{,}45.\,.(h-u)}$$

Ex. für ein unterschl. Rad. Man hat 100 Fus lange Gradierung mit zwo Wänden; die Höhe vom Boden des Bassins bis an den obern Rand des über der Dornwand befindlichen Trogs beträgt 24 Fus; die aufzuziehende Soole ist 12 löthig, man sucht bei einem Gefälle von 3 Fus die Menge des nöthigen Aufschlagwassers nebst der ganzen Anordnung eines Pumpenwerks.

I. Man bestimme zuerst wie §. 67. die Höhe des Kolbenzugs b nach der 4ten Regel §. 53. so hat man hier

$$b = 3\tfrac{1}{4} \text{ Fus.}$$

II. Nun ist der gröste Werth von e+b hier nach der Taf. §. 66. = 28.51 Fus, also höher als hier nöthig ist, da die ganze Höhe nur 24 Fus beträgt. Also seze man hier

$$e+b = 24 \text{ Fus}$$

das gibt $e = 24 - b = 24 - 3{,}25 = 20{,}75$ F.
oder $= 20$ F. 9 Zoll.

Ich seze nämlich voraus, daß das Pumpenwerk hier aus vereinbarten Saug- und Druckwerken bestehe, wo sich die Mündung der Steigröhre über dem Kolben befindet, und die Soole also so oft zur Steigröhre hinauf gedruckt wird, als der Kolben aufwärts geht. Und da im gegenwärtigen Ex. gleich über dem höchsten Kolbenstande der verlangte Ort des

Aus-

gusses liegt, so ist auch in diesem und ähnlichen Fällen keine besondre auf den Stiefel zusezende Steigröhre weiter nöthig, sondern man macht einen Einschnitt in den Stiefel um die Ausgußröhre oder Kännel in solchen legen zu können; und es ist demnach für das Druckwerk

$f = l = b = 3{,}25$ Fus.

III. Man hat also hier $c = a$ und $\frac{c}{a} = 1$ (*)

IV.

(*) Es fällt mir hiebei eine gewisse ungegründete Meinung bei, die fast durchgängig unter denen, welche auf Salzwerken sich um das Maschinenwesen zu bekümmern haben, herrscht. Die nur erwähnte Einrichtung der Pumpwerke ist nämlich auf den Gradierhäusern die allgemeine, und weil sie keine besondere Steigröhre haben, sondern blos die Saugröhre und den Stiefel, worin die Soole nur um die Höhe des Kolbenhubs aufwärts gehoben wird, auch weil überdas der Kolben nicht beim Niedergehen die Soole vor sich weg in die Steigröhre treibt, sondern beim Aufwärtsgehen mit sich in die Höhe hebt, so nennen sie gewöhnlich dergleichen Pumpen blos Saugwerke; und nun ist die unter ihnen herrschende irrige wenigstens ganz unrichtig ausgedruckte Meinung diese: „Die Saugwerke brauchen, um einerlei Wasser auf einerlei Höhe zu bringen, durchgehends weniger Kraft als die Druckwer-

IV. Weil der Kolbenzug b = 3,25 Fus beträgt, so ist aus der ersten Regel (§. 52.)

$$t = 2 . \frac{3,25}{2 : 3} = 9,75 \text{ Sec.}$$

V.

---

werke,, und diesen Saz wollen sie durch die Erfahrung bestätigt finden. Daß er aber, in dieser Allgemeinheit ausgedruckt, wirklich falsch ist, erhellet aus den bisherigen Lehren, und die Erfahrung scheint nur deswegen die Wahrheit dieses Sazes zu bestätigen 1) weil man bei den Druckwerken gewöhnlich und auf den Salzwerken beinahe ohne Ausnahme $c < a$ macht, und dieserwegen vom Druckwerk, wie aus den obigen Lehren bekannt ist, den Effekt nicht erhält, den man von ihm erhalten würde, wenn man im Ex. $c = a$ nähme; 2) Vermittelst der Saugwerke zieht man das Wasser allemal gerad aufwärts, und läst es von da alsdann durch seinen natürlichen Fall von selbst an die Stelle fliesen, wohin man es verlangt; vermittelst der Druckwerken aber leitet man auch durch schief liegende Steigröhren das Wasser unmittelbar an die Stelle, wohin man es verlangt. Dadurch wird also in dergleichen Fällen bei Druckwerken l gröser als bei Saugwerken, oder auch gröser als es zu sein bräuchte, wenn man, wie doch angienge, auch mit dem Druckwerke das Wasser gerad aufwärts drückte, und dann durch seinen natürlichen Fall an die verlangte Stelle gelangen liese, wodurch also wieder, wie aus den obigen Lehren erhel-

V. Nun erhält man

$$b\omega = \frac{3,25 \cdot 15,625 \cdot 9,75^2}{4 \cdot 3,25}$$
$$= 371,336.$$

also $\omega = \frac{371,336}{3,25} = 114,256$

und $\lambda = 1 + \frac{1}{\omega} = 1,0087$

VI. Weil nun hier für Saugröhren $l = e$ also $= 20,75$ Fus gesezt werden kann, mithin $\frac{t\sqrt{g}}{2l} = 5,976$, so nehme man $\frac{d}{D} = \frac{3,141}{5,976}$;

VII. Nun suche man auch für die Saugröhren $b\omega$; es ist nämlich

$$\frac{td\sqrt{g}}{D\sqrt{2l}} = 5,976 \cdot 0,525 = 3,137 \cdot\cdot$$

welches sehr nahe sv 180°, und eigentlich, wie oben, genau sein würde, wenn die Rechnung mit so vielen irrationalen Zahlen

---

hellet, der Effekt des Druckwerks vermindert wird. Also liegt die Ursache davon, daß man zu den Druckwerken so häufig mehr Kraft braucht als zu den so genannten Saugwerken gar nicht in dem Wesen der Druckwerke selbst, sondern in der unvortheilhaften Einrichtung derselben.

len ein genaues Resultat geben könnte. Es ist demnach

$$b\omega = 20{,}75 \cdot 2 = 41{,}5$$

und $$\omega = \frac{41{,}5}{3{,}25} = 12{,}769$$

Folglich $$\nu = 1 + \frac{1}{\omega} = 1{,}07$$

VIII. Aus §. 73. ist $M = \frac{32+13}{432} = 0{,}1041$ □ Fus, und das gibt den Durchmesser des Stiefels

$$a = \sqrt{\frac{9{,}75 \cdot 0{,}1041}{\frac{1}{2} n . 3{,}141 . 3{,}25}}$$

also wenn man ein einfaches Pumpenwerk gebraucht, wo $n = \frac{1}{2}$ wird

$$a = \sqrt{\frac{4 \cdot 9{,}75 \cdot 0{,}1041}{3{,}141 \cdot 3{,}25}} = 0{,}629 \text{ Fus}$$

$= 7$ Zoll $6\frac{2}{3}$ Linien.

Folglich der Durchmesser der Saugröhre

$d = 0{,}525 \cdot 0{,}629$ F.

$= 3$ Z. $11\frac{1}{2}$ Lin.

IX. Der Halbmesser des Rades ergibt sich aus der zweiten Regel §. 53. =

$3{,}25 \cdot 1{,}258 \cdot \sqrt{3} = 7{,}078$ Fus

also der Durchmesser $= 14{,}156$ Fus.

X. Uebrigens läst sich hier wie §. 67. no. X. die Friktion

$$\varphi = 0{,}4 \text{ Cub. Fus}$$

sezen.

XI. Nun berechne man die Menge des nöthigen Aufschlagwassers nach der Form. no. 77; man nehme also γ aus der Tafel §. 65; die aufzuziehende Soole soll nämlich 12 löthig sein, und die hiezu gehörige Zahl ist 1,086; und wenn alle übrige Werthe gehörig substituirt werden, so findet sich

$$Z = \frac{9.1,086.0,1041}{3}(1,07.20,75+10087.6,5) + \frac{9.0,4}{2} \cdot \sqrt{\frac{15,626}{3}}$$

$$= 9,7030+4,1076 \text{ Cub. Fus.}$$

wo der zweite Theil zur Aufhebung der Friktion erfodert wird. Es ist demnach die gesamte erfoderliche Wassermenge für jede Secunde

$$= 13,8106 \text{ C. F.}$$

dafern, wie ich hier voraussetze, das Rad gleich in der Nähe ist.

XII. Für eine einwändige Gradierung hat man nach der Voraussezung §. 71. nur $\frac{4}{9}$ so viel Bewegungskraft nöthig als bei der zweiwändigen; die Friktion bleibt übrigens dieselbige, und für diese Gradierung hat man also für jede Sec.

$$Z = \frac{13,8106.4}{9} + 4,1076 = \frac{55,2424}{9} + 4,1076$$

$$= 6,1380 + 4,1076 \text{ C. F.}$$

wo

wo wieder der zweite Theil blos wegen der Friktion erfodert wird, und das gesamte erfoderliche Aufschlagwasser ist also für jede Sec. =

10,2456 C.F.

§. 75. Zu μ Fus Gradierung ist

1) Für ein unterschlächtiges Rad das nöthige Aufschlagwasser

$$79)\ Z = \frac{0{,}09 \cdot \gamma \cdot \mu}{a} \cdot (\nu e + \lambda . (f+b)) \cdot \frac{32 \pm 13}{432} + \frac{9\varphi}{2} \sqrt{\frac{g}{a}}$$

2) Für ein oberschlächtiges Rad

$$80)\ Z = \frac{\gamma\mu}{100} \cdot \frac{\nu e + \lambda . (f+b)}{0{,}9 . (h-u)} \cdot \frac{32 \pm 13}{432} + \frac{\varphi \sqrt{gu}}{0{,}45 . (h-u)}$$

wo dann φ jedesmal gehörig zu berechnen ist.

§. 76. Wenn die Menge des Aufschlagwassers Z mit seinem Gefälle gegeben, und nun die sämtlichen Grösen ν, λ, f etc. wie bisher gefunden sind, die Anzahl Gradierung nach laufenden Fus zu bestimmen, die damit betrieben werden kann.

Aufl. Aus den vorigen Formeln gibt sich

1) Für ein unterschlächtiges Rad

$$81)\ \mu = \frac{\left(Z - \frac{9}{2}\varphi\sqrt{\frac{a}{g}}\right) \cdot 432 . a}{0{,}09 . \gamma . (\nu e + \lambda . (f+b)) . (32 \pm 13)}$$

2) Für

2) Für ein oberschlächtiges Rad

$$82)\quad \mu = \frac{432.90.(h-u)}{(32 \pm 13).\gamma.(\nu e+\lambda.(f+b))} . \left(Z - \frac{\varphi\sqrt{gu}}{0{,}45.(h-u)}\right)$$

Der Werth von φ kann öfters selbst noch von dem erst zu suchenden Werthe von μ abhängen; in solchem Falle muß man φ ohngefähr in Anschlag bringen, und nachdem man μ alsdann berechnet hat, φ genauer berechnen und den erst gefundenen Werth von μ danach verbessern, welches in der Ausübung hinreichend ist.

§. 77. Es können Fälle in der Ausübung vorkommen, wo man sehr viele Umstände zu überlegen hat, um nur einigermasen zu berechnen, worauf man sich bei einem anzulegenden Kunstrade verlassen könne. Eine solche vorläufige Berechnung wird besonders dann nothwendig, wenn viele mit der Anlegung eines solchen Rades verbundene Kosten auf die Frage führen: ob es auch wohl vortheilhaft sei, ein solches Rad anzulegen. Eben diese Frage fiel während meinem Aufenthalte auf dem Salzwerke zu * * * vor. Dieses Salzwerk hat in Ansehung der Bewegungskräfte eine sehr ungünstige Lage; es liegt in einem Thale ganz von fliesendem Wasser abgesondert; jenseits eines Berges, etwa eine halbe Stunde von den Salzbrunnen fliest ein nicht unbeträchtli-

cher Bach, der aber viel tiefer als der Boden des Salzwerks liegt, und also auch durch einen Stollen nicht dahin zu leiten ist. Man gerieth daher endlich auf den Einfall, von fünf hinter einander gelegenen Mühlen drei abzuschaffen, den Bach selbst weiter oben abzugraben, und ihm auf etwa eine halbe Meile weit eine neue Bahne vorzuschreiben, um ihn dadurch so viel möglich in der Höhe fortzuleiten und am Ende den ganzen Fall von allen drei Mühlen zusammen zu erhalten; an dieser Stelle wollte man alsdann ein oberschlächtiges Rad anlegen, und von da das Wasser wieder nach der alten Bahn zu ablaufen lassen, um es der vierten Mühle wieder zuzuführen. Diese Anstalten waren also mit nicht geringen Kosten verbunden, und weil das Rad selbst von dem Anfange des Baues, den es zunächst betreiben sollte, noch bei 4000 Fus entfernet war, so war die Frage, ob die darauf zu verwendende Kosten auch nicht zu gros gegen den zu erwartenden Vortheil seien, wohl nicht überflüssig. Man wollte es zunächst gebrauchen, einen Gradierbau nicht nur mit der nöthigen Brunnensoole zu versehen, sondern ihn auch selbst gehörig zu betreiben. Man hatte übrigens noch folgende Data:

1) Der zunächst zu betreibende Gradierbau war 1500 F. lang
2) hatte zwei Wände,

3) die

3) die ganze Höhe vom Boden des Bassins bis an den obern Rand des Trogs oder des obern Bassins betrug im Mittel etwa 24 Fus. Weil nämlich jeder Gradierbau einen gewissen Fall bekömt, so ist die nur erwähnte Höhe verschieden, und kann im jezigen Falle etwa von 23 bis zu 25 Fus hoch steigen.

4) Es sollte darin 1 löthige Soole siedbar gemacht werden.

5) Die Höhe, auf welche die Brunnensoole aufgefördert werden muste, betrug bis in das untere Bassin etwa 60 Fus,

6) der Brunnen selbst war etwa 1600 Fus von dem Orte, wo die Soole im Bassin ausgegossen werden sollte, entfernt.

7) Das ganze Gefäll des Aufschlagwassers betrug 23 Fus.

Ich werde nun zeigen, wie sich aus diesen Datis die sämtlich erfoderliche Bewegungskräfte bestimmen lassen und der ganze Gradierbau übrigens gehörig einzurichten sei.

Weil der Gradierbau in mehrern Bassins abgetheilt sein muß, wo jedes folgende immer schwerere Soole enthält als das vorhergehende, so muß man vor Berechnung der erfoderlichen Bewegungskräfte erst die Anzahl der Abtheilungen des ganzen Baues bestimmen, und das führt mich zuvor auf folgende Aufgabe.

§. 78. Einen Gradierbau, dessen Länge

1500 F. ist, und worauf man 1 löthige Soole siedbar machen will, so abzutheilen, daß jede Abtheilung ihre erfoderliche Länge bekömt (*).

Aufl. Ich will sezen, die 1 löthige Soole soll im ersten Bassin 2 löthig werden, also 2 löthig ins zweite Bassin kommen, so kömt es hier eigentlich auf die Aufg. §. 28. I. Pr. des Beitr. an, deren richtige Auflösung ich in dem jezt noch ungedruckten Bande der Actor. Acad. Sc. vtil. Erfurd. gegeben habe, woraus ich folgendes Verfahren entlehne. Wenn die im Bassin befindliche Soole durchaus 8 Zoll tief angenommen wird (welche Voraussezung für sich gleichgiltig ist, wenn nur einerlei Tiefe für alle Bassins beibehalten wird), so müssen, wenn aus der ν löthigen die μ löthige werden soll $8''.(1-\frac{N}{M})$ abdünsten. Nun ist $\nu=1$, $\mu=2$, man hat also aus der Tafel §. 65.

$$N = 0{,}6847 \text{ ℔}$$

und $$M = 1{,}3790$$

mithin $$\frac{N}{M} = 0{,}497$$

das gibt $8''.(1-\frac{N}{M} = 8.0{,}503 = 4{,}024.$

Nun

(*) Der Unterschied dieser Aufgabe von der I. Pr. des Beitr. zur Salzwerksk. §. 27. wird jedem, der eine gehörige Vergleichung anstellt, bald in die Augen fallen. Diese hier ist brauchbarer.

Nun wird die 2 löthige Soole ohngefähr 4 löthig, indessen daß die 1 löthige Soole 2 löthig wird; man suche also nun

$$y = 4{,}024 \cdot \sqrt{\frac{50-(2+4)}{50-(2+1)}}$$
$$= 4{,}024 \cdot \quad 0{,}960$$
$$= 3{,}863$$

mithin $\frac{8}{8-3{,}863} \cdot 1{,}379 = 1{,}938 \cdot 1{,}379$
$= 2{,}665$ ℔.

Aus der Tafel §. 65. suche man die zu dieser Salzmenge gehörige Lötigkeit, welche zwischen 3 und 4 fällt; es ist nämlich

$$(2{,}7934-2{,}0828) : (4-3) = (2{,}7934 - 2{,}665) : x$$

oder $0{,}71 : 1 = 0{,}128 : x$

also $x = \frac{128}{710} = 0{,}1802$

demnach ist die Löthigkeit, welche zu der Salzmenge 2,665 ℔ gehört = 4—0, 18 = 3,82; und die 2 löthige Soole wird also 3,82 löthig, während daß die 1 löthige 2 löthig wird.

Um nun zu finden, wie viel löthig die 3,82 löthige wird, bis die 1 löthige 2 löthig geworden, seze man, sie werde ohngefähr 7,64 löthig, wie eine leichte Ueberlegung gibt, und suche nun wie zuvor

$$y = 4{,}024 \cdot \sqrt{\frac{50-(3{,}82+7{,}64}{50-(2+1)}}$$

$$= 4{,}024 \cdot 0{,}905 = 3{,}6417$$

und $\frac{8}{8-3{,}641} \cdot 2{,}665 = 4{,}877$ ℔. Nun ist wieder, wie vorhin aus der Tafel §. 65.

$$(4{,}9932 - 4{,}2513) : (7-6) = 4{,}9932 - 4{,}877) : x$$

oder

$$0{,}742 : 1 = 0{,}116 : x$$

also $x = 0{,}156$

und die zur Salzmenge 4,877 ℔ gehörige Löthigkeit $= 7 - 0{,}156 = 6{,}844$, welches die gesuchte Löthigkeit ist.

Eben so gibt sich, wie viel löthig die 6,84 löthige Soole wird, bis die 1 löthige 2 löthig ist. Sie wird nämlich ohngefähr 13,68 löthig, und es wird

$$y = 4{,}024 \cdot \sqrt{\frac{50-(6{,}84+13{,}68)}{50-(2+1)}} = 3{,}183$$

und $\frac{8}{8-3{,}183} \cdot 4{,}877 = 8{,}096$ ℔

welches sehr nahe zur 11 löthigen Soole gehört. So könnte man also den Bau in 5 Abtheilungen abtheilen, und

Die erste bekäme die Soole		1 löthig	
zweite	-	-	2 -
dritte	-	-	3,82 -
vierte	-	-	6,84 -
fünfte	-	-	11 - -

Zu mehrerer Bequemlichkeit in der Ausübung aber nehme man nun die den gefundenen

Zah-

Zahlen sehr nahe kommende Voraussezung an:

Die erste Abtheil. bekömt die Soole				1	löthig
zweite	-	-	-	2	-
dritte	-	-	-	4	-
vierte	-	-	-	7	-
fünfte	-	-	-	11	-

Wenn man die Löthigkeit, mit der die Soole in jedes folgende Bassin kommen soll, willkührlich wie I. Pr. §. 27. annimt, so kann es sich gar leicht zutragen, daß aus einem Bassin in das folgende schon übergepumpet wird, wenn aus solchem noch nicht in das weiter folgende übergezogen werden kann, und daß also auf solche Art öfters mit dem Ueberziehen der Soole aus einem Bassin in das andere zur Zeit, da solches nöthig wäre, wird eingehalten werden müssen. Dieser Unbequemlichkeit entgeht man, wenn man die Löthigkeit, mit der die Soole in jedes Bassin kommen soll, auf die hier geschehene Art bestimt. Verfährt man nun übrigens völlig nach (§. 27. I. Pr.), so daß man dort

$$N = 0,6847$$
$$\gamma = 1,3790$$
$$\delta = 2,7934$$
$$\varepsilon = 4,9932$$
$$\eta = 8,0634$$

sezt, so gibt sich dort

$$S = 1 + \frac{6847}{13790} + \frac{6847}{27943} + \frac{6847}{49932} + \frac{6847}{80643}$$

$$= 1, + 0,4965 + 0,2450 + 0,1371 + 0,0849$$

$$= 1,9635$$

also

Die Länge des	ersten Bassins	=	764,0 Fus
	zweiten -	=	379,3
	dritten -	=	18[illegible],2
	vierten -	=	104,7
	fünften -	=	64,8
	Summe	=	1500 F.

§. 79. Nach dieser vorhergeschickten Aufgabe läst sich nun erst die Frage §. 77. gehörig beantworten. Man suche nämlich zuerst das zu Betreibung des ersten Bassins nöthige Aufschlag vasser aus der Form. no 80.

$$Z = \frac{\gamma\mu}{100} \cdot \frac{\nu e + \lambda.(f+b)}{0,9.(h-u)} \left(\frac{32+13}{432}\right) + \frac{\varphi.\sqrt{gu}}{0,45.(h-u)}$$

da ich dann solches Pumpenwerk wie §. 74. Ex. no. II. annehmen will.

I. Es fällt in die Augen, daß, da in jedem Bassin die Soole gradiert wird, γ veränderlich sei; die Sicherheit des Resultats erfodert es aber, daß man in der Berechnung den jedesmaligen höchsten Grad, den die Löthigkeit im Bassin erreichen soll, zum Grunde legt. So hat man also für das erste Bassin 2 löthige Soole und aus der Tafel §. 65.

$$\gamma = 1,014$$

Fer-

Ferner für das erste Bassin (A.

$$\mu = 764$$

II. Der Halbmesser des Rades ist, wie aus der Aufg. §. 77. no. VII. erhellet, wenn man ihn wie gehörig bis etwa in die Mitte der Schaufeln rechnet, 11 Fus also nach der VIten Regel §. 58.

$$b = \frac{11}{4} = 2,75 \text{ Fus}$$

III. Nun seze man wegen §. 77. no. II.

$$e + b = 24 \text{ F.}$$

welches nach der Tafel §. 66. angeht. Das gibt

$$e = 24 - 2,75 = 21,25 \text{ F.}$$

$$f = l = b = 2,75$$

IV. also hier wieder $c = a$ und $\frac{c}{a} = 1$

V. Die erste Regel §. 52. gibt

$$t = \frac{2,275}{\frac{2}{3}} = 8,25 \text{ Sec.}$$

VI. Und nun wird

$$b\omega = \frac{2,75 \cdot 15,625 \cdot 8,25^2}{4 \cdot 2,75}$$

$$= 265,867$$

also $\omega = \frac{265,867}{2,75}$

$$= 96,67$$

und $\lambda = 1 + \frac{1}{\omega} = 1,0103$

VII. Für das Saugwerk seze ich, da die Saugröhren in den Bassins allemal nur wenig unter Wasser stehen, $l = e$ also

$$l = 21{,}25 \text{ F.}$$

VIII. das gibt $t\sqrt{\frac{g}{2l}} = 8{,}25.\sqrt{0{,}3676} = 5$; also nehme man

$$\frac{d}{D} = \frac{3{,}141}{5} = 0{,}6282$$

IX. Daraus erhält man für das Saugwerk

$$b\omega = 21{,}25 . 2 = 42{,}5$$

und $\omega = \frac{42{,}5}{2{,}75} = 15{,}45$

also $\nu = 1 + \frac{1}{\omega} = 1{,}064$

X. Nun ist §. 74. no. VIII. für 100 Fus $M = 0{,}1041$ C. F. also hier

$$M = 7{,}64 . 0{,}1041 = 0{,}7953 . \text{ C. F.}$$

und daher

$$a = \sqrt{\frac{8{,}25 . 0{,}7953}{\frac{1}{2}n . 3{,}141 . 2{,}75}}$$

wo man $n = 3$ sezen kann, das gibt

$$D = a = 0{,}711 \text{ F.}$$

$$= 8 \text{ Z. } 6\tfrac{1}{3} \text{ Lin.}$$

und nun $d = \frac{d}{D} . 0{,}711 = 0{,}6282 . 0{,}711$

$= 0{,}446$ F.

$$= 5 \text{ Z. } 4\tfrac{1}{5} \text{ Lin.}$$

XI. Ohne noch die Friktion in Betrachtung zu ziehen, erhält man nun für dieses erste Bassin

$$Z = \frac{1{,}014 . 0{,}7953 . (1{,}064 . 21{,}25 + 1{,}0103 . 5{,}5)}{0{,}9 . (h - u)}$$

da dann aus §. 58. $u = 1$ F. $1\frac{1}{2}$ Z. und $(h - u) = 21{,}5$ F. gesezt werden kann. daraus folgt

$Z = 1{,}172$ C. F.

als das für das erste Bassin jede Sec. nöthige Aufschlagwasser.

B. Für das zweite Bassin.

I. $M = 3{,}793 . 0{,}1041 = 0{,}394$ C. F. also wenn man $n = 2$ sezt

II. $a = 0{,}615$ F.
$= 7$ Z. $4\frac{1}{2}$ Lin.
und nun $d = 0{,}6282 . 0{,}615$ F.
$= 0{,}386$ F.
$= 4$ Z. $7\frac{1}{2}$ Lin.

III. Im Werthe von Z ändert sich nur der Werth von $M\gamma$, und man hat, wenn wieder auf die Friktion nicht gesehen wird

$Z = 0{,}59$. C. F.

C. Für das dritte Bassin.

I. $M = 1{,}872 . 0{,}1041 = 0{,}194$ C. F.

II. $a = \sqrt{\frac{8{,}25 . 0{,}194}{3{,}141 . 1{,}375}}$

weil

weil ich hier n = 1 annehme; also

a = 0,61 F.
= 7 Zoll $3\frac{4}{5}$ Lin.
und d = 0,6282 . 0,61 = 0,3832 F.
= $4\frac{1}{2}$ Z.

III. und Z = 0,297 C. F.

D. Für das vierte Bassin.

I. M = 1,047 . 0,1041 = 0,1089 C. F.

II. Für n = 1,

a = 0,455 F.
= 5 Z. $5\frac{3}{5}$ Lin.
und d = 0,6282 . 0,455 = 0,285 F.
= 3 Z. 5 Lin.

III. Z = 0,17 C. F.

E. Für das fünfte Bassin.

I. M = 0,648 . 0,1041 = 0,0674 C. F.

II. Für n = $\frac{1}{2}$

$$a = \sqrt{\frac{2 . 8,25 . 0,0674}{3,141 . 1,375}}$$
= 0,507 F.
= 6 Z. 1 Lin.
und d = 0,6272 . 0,507 = 0,318 F.
= 3 Z. $9\frac{4}{5}$ Lin.

III. Die Zahlen, welche die Löthigkeit der Soole in den Bassins ausdrucken, 1, 2, 4, 7, 11, gehören unter die Klasse der Trigonalzahlen, und nach dieser Ordnung

nung zu schliesen, wird die folgende Zahl 16 sein, so daß die Soole im 5ten Bassin etwa 16 löthig werden wird, bis sie im ersten 2 löthig wird. Daher seze ich hier $\gamma = 1{,}116$, also

$$Z = 0.109 \text{ C. F.}$$

Man hat demnach ohne auf die Friktion zu sehen, für die beiden Wände das jede Sec. nöthige Aufschlagwasser

Für das erste Bassin		1,172 C. F.
zweite	-	0,590
dritte	-	0,297
vieree	-	0,170
fünfte	-	0,109
Summe		2,338 C. F.

dazu kömt nun noch der wegen der Friktion erfoderliche Theil $= \frac{\varphi . \sqrt{gu}}{0{,}45 . (h-u)}$; wo man also den Werth von φ erst zu suchen hat, der sich durch folgende Berechnung ziemlich genau ergibt.

Die ganze Länge des Gestänges vom Rade an bis an und durch den ganzen Bau seze ich = 800 Lachter; das Gewicht dieses ganzen Gestänges ruht auf etwa 30 Fus weit von einander gesezten Kunstböcken deren Leit- und Tragärme aber gleichfalls mit zum Gewichte des ganzen Gestänges zu rechnen sind; ich will daher das ganze Gestäng 1600 Lachter lang

an-

annehmen, ohne nun weiter auf das Gewicht der Leit- und Tragärme zu sehen, da sich dann jede Lachter, die öftern Eisenbeschläge mit in Betrachtung gezogen, so schwer, als 1 C. F. Wasser sezen läst. Ferner sei die Stelle des Armes am Kunstbocke, die den Stos unmittelbar bekömt, 100 mal so weit von dem Umdrehungspunkte entfernt, als die Stelle, wo eigentlich an den Kunstböcken die Friktion entsteht, so ist die Last, welche die Friktion der Bewegung der Kurbel entgegen sezt, $= \frac{1600}{100}$ $= 16$ C.F. und weil die Höhe der Kurbel $= \frac{1}{8} r$, so hat man die Kraft, die am Umfange des Rades angebracht der an den Kunstböcken sich äusernden Friktion das Gleichgewicht hält $= \frac{16}{8}$ $= 2$ C. F. Des Rades Gleichgewicht sei 4000 ℔, und die daher entstehende Friktion am Wellzapfen $= 1330$ ℔; der Halbmesser des Wellzapfens betrage den 6,5ten Theil von der Höhe der Kurbel also $= \frac{1}{52} r$, so ist die Kraft, welche am Umfange des Rades der von dem Gewichte des Rades entstehenden Friktion das Gleichgewicht hält $= \frac{1}{52} . 1330$ ℔ $= \frac{3}{8}$ C. F. Wenn ich ferner für jeden der 15 Kolben im Durchschnitte die Friktion $= 10$ ℔ seze, so wird, dieser das Gleichgewicht zu halten, an der Warze der Kurbel eine Kraft $= 150$ ℔, also am Umfange des Rades eine $= \frac{150}{8} = 19$ ℔ oder 0,28 C. F. erfodert. Also der gesamten Friktion das Gleichgewicht zu halten, wird

am

am Umfange des Rades eine Kraft erfodert, die $= 2 + \frac{3}{8} + 0,28$ C. F. und man hat demnach bis hieher

$$\varphi = 2,655 \text{ C. F.}$$

Nun ist ferner

$$\frac{\sqrt{g u}}{0,45\,(h - u)} = 0,44$$

also die jede Sec. wegen der bis hieher berechneten Frikt. erfoderlichen Wassermenge

$$= 0,44 \cdot 2,655 = 1,166 \text{ C. F.}$$

und daher das zur Betreibung der beiden Wände nöthige Aufschlagwasser =

$$2,338 + 1,166$$
$$= 3,504 \text{ C. F.}$$

Nun läst sich noch der Theil von φ, welcher erfodert wird, der durch das Gewicht des Aufschlagwassers und der an der Kurbel entgegen gesezten Last verursachten Friktion das Gleichgewicht zu halten, ziemlich sicher hier = 0,8 C. F. sezen; das gibt mit 0,04 multiplizirt 0,032 C. F. also

das gesamte zur Betreibung der beiden Wände nöthige Aufschlagwasser jede Sec. $= 3.504$ C. F.

Das Resultat der bisherigen über die beiden Wände des Gradierbaues angestellten Berechnung auf einmal zu übersehen, will ich die folgende Tafel hersezen.

Der

Der ganze 1500 Fus lange Gradierbau bekömt fünf Abtheilungen.

(Jeder Stiefel wird 3 Fus hoch gemacht, so daß noch 1/4 Fus über den Rand des über den Dornwänden befindlichen Trogs hervorragt, der alsdann einen Einschnitt bekömt, in welchen man die Kännel legt.)

Die 1te gradiert 1 löth. Soole bis zur 2 löth. ist 764 F. lang, hat 6 Pumpen					Der Durchm. der Stiefel ist 8 Z. 6. 1/3 Lin. der Durchm. der Saugröhren 5 Z. 4. 1/5 Lin.
2te —	2 — — —	4 —	379,3 — —	4 —	Der Durchm. der Stief. ist 7 Z. 4. 1/2 L. d. Saugr. 4 Z. 7. 1/2 L.
3te —	4 — — —	7 —	187,2 — —	2 —	Der Durchm. der Stief. ist 7 Z. 3. 4/5 Lin der Saugr. 4 Z. 6 Lin.
4te —	7 — — —	11 —	104,7 — —	2 —	Der Durchm. der Stief ist 5 Z. 5. 3/5 Lin der Saugr. 3 Z. 5 Lin.
5te —	11 — — —	16 —	64,8 — —	1 —	Der Durchm. des Stief. ist 6 Z. 1 Lin. der Saugr. 3 Z. 9. 4/5 Lin.

Ich bemerke nur noch, daß der Grad der Löthigkeit, den die Soole im lezten Bassin erreichen soll, eigentlich der vortheilhafteste Grad der zu versiedenden Soole sein muß, wovon ich in der 2ten Pr. des Beitr. zur Salzwerksk. und noch richtiger in den Act. Acad. Erfurd. a. a. O. gehandelt habe. Wäre dieser Grad geringer als 16, (wie ich dann a. a. O. gewiesen habe, daß er auf dem hiesigen Salzwerke 14 ist) so dörfte man nur das lezte Bassin etwas tiefer als die übrigen machen und dann allenfalls leichtere Soole hinzu lassen. Kürzer aber kann man in der Ausübung so verfahren: wenn z. B. in dem lezten Bassin die Soole nur 14 löthig werden soll, so ist $16 - 14 = 2 = \frac{1}{8} . 16$, und man darf also nun statt der Zahlen

	2,	4,	7,	11,	16	
nur	$2 - \frac{2}{8}$	$4 - \frac{4}{8}$	$7 - \frac{7}{8}$	$11 - \frac{11}{8}$	$16 - \frac{16}{8}$	setzen
oder	$1\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{8}$	$9\frac{5}{8}$	14	

und so in ähnlichen Fällen. Sollte aber die Soole im lezten Bassin höher als 16 löthig z. B. 18 löthig werden, so ist $18 - 16 = 2 = \frac{1}{8} . 16$, und nun darf man, statt

der Zahlen	2	4	7	11	16	
nur	$2 + \frac{2}{8}$	$4 + \frac{4}{8}$	$7 + \frac{7}{8}$	$11 + \frac{11}{8}$	$16 + \frac{16}{8}$	setzen
oder	$2\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	$7\frac{7}{8}$	$12\frac{3}{8}$	18	

§. 80. Um nun weiter die Bewegungskräfte

zu bestimmen, welche erfodert werden, um den ganzen Bau gehörig mit Brunnensoole zu versehen, nehme ich folgende Säze als Erfahrungssäze an:

I. Bei 1wändiger Gradierung, wo die Dornwand, von dem Boden des Bassins gerechnet, etwa 24 Fus hoch reicht, die Brunnensoole 1 löthig ist und bis zur 16 löthigen gradiert werden soll, wo übrigens mittelmäsige Witterung ist und hinlängliche Bewegungskräfte vorhanden sind, läst sich bei 8 monatlicher Gradierung auf jeden laufenden Fus des Gradierbaus 0,8 Achtel Salz, das Achtel zu 240 ℔, rechnen.

Bei 2wändiger Gradierung unter eben den Voraussezungen 1,6 Achtel.

II. Auser dem, was ich oben §. 65 schon erwähnt habe, geht durch das Salzige, was noch in den bei dem Gradieren wegfliegenden Theilchen steckt, imgleichen durch die vielen fremden Theile, die sich theils auf dem Boden der Bassins, theils in den Dornwänden ansezen, noch ein beträchtlicher Theil, von der nach der Taf. §. 65. aus einem Cub. Fus jeder löthigen Soole zu erwartenden Salzmenge, verloren

ren, so daß, diesen und den schon §. 65. erwähnten Abgang zusammen in Anschlag gebracht, von allen den in dortiger Tafel angegebenen Zahlen, welche die in 1 C. F. Soole enthaltene Salzmenge ausdrucken, $\frac{1}{5}$ abgerechnet, oder jede dieser Zahlen mit 0,8 multiplizirt werden muß, wenn man bei Salzwerken im Grosen eine erträgliche Anwendung machen will. (*)

Aus diesen beiden Säzen läst sich mit ziemlicher Sicherheit die Menge Brunnensoole angeben, die der vorbenannte 1500 schuhige Bau bekommen muß.

Weil nämlich jeder Fus 1,6 Achtel liefert, so liefert der ganze Bau 1500. 1,6 = 2400 Achtel Salz = 576000 ℔. Nun ist nach der Tafel §. 65. die in 1 C. F. 1 löthiger Soole enthaltene Salzmenge = 0,6847 ℔, also hier wegen des zweiten Sazes = 0,8. 0,6847 ℔ = 0,54776 ℔, und nun

(*) Man kann dieses gelten lassen, wenn gleich die Brunnensoole 5,6 und höher löthig ist. Weil das Salzige, was bei der Gradierung mit den wegfliegenden Theilchen umkömt, besonders dann erst in Anschlag kömt, wann die Soole schon etwas schwer zu werden anfängt,

$$0{,}54776 : 1\,\text{C.F.} = 576000 : \left\{\begin{array}{l}\text{Anzahl C. Fus}\\ \text{welche aus dem}\\ \text{Brunnen auf}\\ \text{den Bau kom-}\\ \text{men muß.}\end{array}\right.$$

Das gibt die gesuchte Soolenmenge =

$$\frac{576000}{0{,}54776} \text{ etwa} = 1051500 \text{ C. F.}$$

für die ganze Zeit der Gradierung. Nun läßt sich annehmen, daß die Gradierung 8 Monate lang, im Durchschnitte täglich 13 Stunden dauert, und wenn man nun die Einrichtung so trift, daß die zuvor erwähnte 1051500 C. F. in 30. 8. 13 oder etwa 3100 Stunden aufgezogen werden, so hat man wenigstens völlige Sicherheit, daß man in dem ersten Bassin des Baues nie Mangel an Brunnensoole haben könne, weil man allenfalls bei besonders vortheilhafter Witterung auch noch in den hier ungerechneten nächtlichen Zwischenstunden Brunnensoole auf den Bau verschaffen könnte. Nach dieser Voraussezung müssen also in 31 Stunden 10515 C. F. Soole aufgezogen werden, also in einer St. $\frac{10515}{31}$ und in einer Sec. $\frac{10515}{31 \cdot 3600} = 0{,}09422$ Cub. Fus.

I. Man hat also in der Formel für Z. no. 75.

$M = 0{,}09422$ C. F. und $\gamma M] = 1{,}007 . 0{,}09422 = 0{,}0948$.

II. Und weil vorausgesezt wird, daß man sich des vorigen Rades auch hiezu bedienen will, so bleibt

$b = 2{,}75$ F. und $t = 8{,}25$ Sec.

III. Man lege hier ein solches vereinbartes Saug- und Druckwerk an, wo die Steigröhre ihre Mündung unter dem Kolben hat, und der Kolben also im Niederfahren die Soole in der Steigröhre aufwärts druckt. Die Erinnerung §. 74 (*) zeigt übrigens, daß sich im gegenwärtigen Falle die Anlage des Druckwerks auf eine doppelte Weise bewerkstelligen lasse. Weil nämlich das Bassin oder die Stelle, wo die Brunnensoole soll hingeleitet werden, etwa 1600 Fus weit von dem Brunnen abliegt, so kann man vermittelst einer von dem Stiefel bis in das Bassin reichenden etwa 1600 Fus langen Steigröhre die Brunnensoole unmittelbar in das Bassin drucken. Man kann aber auch unten im Stiefel eine ganz kurze Kommunikationsröhre anbringen, und in solche die Steigröhre ganz nahe neben dem Stiefel vertikal aufwärts einlassen, und darin das Wasser so hoch vertikal aufwärts drucken, daß es von dem Orte, wo es ausgegossen wird, durch seinen natür-

lichen Fall vermittelst eines gehörig angelegten Röhrengangs von selbst an die verlangte Stelle in das Bassin abläuft. Daß man bei der leztern Anlage weniger Bewegungskraft nöthig hat, ist schon in der Note §. 74. bemerkt worden. Ich will indessen hier für beide Fälle die Berechnung vornehmen, um die Verschiedenheit der Resultate desto mehr in die Augen fallend zu machen.

A. Für den ersten Fall.

Für beide Fälle nehme ich an, daß man die Soole aus dem Brunnen nur bis einige Fus über der Erde in die Höhe saugen und dann aus dem Stiefel in die Steigröhre drucken lasse. Nun mag die Höhe von dem Spiegel der Brunnensoole bis einige Fus über der Erde etwa 22 Fus betragen; also seze man hier

$$e + b = 22\ \text{F.}$$

so wird

$$e = 19{,}25\ \text{F.}$$

und weil nach der Aufgabe die ganze Höhe, auf welche die Soole geleitet werden soll, 60 Fus beträgt, so hat man zugleich

$$f = 60 - 19{,}25 = 40{,}75\ \text{F.}$$

aber die Länge der Steigröhre ist hier

$$l = 1600\ \text{F.}$$

IV.

IV. Ich seze $\frac{c}{a} = \frac{4}{5}$

V. Nun erhält man

$$b\omega = \frac{40{,}75 \cdot 15{,}625 \cdot 16 \cdot 8{,}25^2}{4 \cdot 25 \cdot 1600}$$

$$= 4{,}3332$$

also $\omega = \frac{4{,}3332}{7{,}75} = 1{,}575$ (*)

und $\lambda = 1 + \frac{1}{\omega} = 1{,}635$

VI. Für das Saugwerk seze ich

$$l = 23 \text{ Fus}$$

mithin $t\sqrt{\frac{g}{2l}} = 8{,}25 \cdot \sqrt{\frac{15{,}625}{46}}$

$= 8{,}25 \cdot 0{,}582 = 4{,}801$

Man nehme also $\frac{d}{D} = \frac{3{,}141}{4{,}801} = 0{,}654$;

und nun wird

VII. hier $b\omega = e \cdot 2 = 38{,}5$ also

$$\omega = \frac{38{,}5}{2{,}75} = 14$$

und $\nu = 1 + \frac{1}{\omega} = 1{,}071$

(*) Hier ist ω nicht einmal $= 2$, also diese Einrichtung des Druckwerkes sehr unvollkommen (§. 44.) wie schon zum Voraus bemerkt worden.

VIII. Mithin nach der Form. no. 75.

$$Z = \frac{(20{,}616+71{,}123).\gamma M}{19{,}35} + \frac{\varphi.\sqrt{gu}}{0{,}45.(h-u)}$$

$$= 0{,}449 + \frac{\varphi.\sqrt{gu}}{0{,}45.(h-u)}$$

$$= 0{,}449 + 0{,}44.\varphi$$

Nun ist für φ weiter nichts zu rechnen, als die Friktion des Kolbens, die wenn sie 10 ℔ beträgt, mit $\frac{10}{8}$ ℔ oder etwa $\frac{1}{55}$ C. F. Wasser am Umfange des Rades im Gleichgewichte ist, und die an dem Gestänge vom Baue bis zum Brunnen sich äusernde Friktion, die hier wie oben gerechnet $= \frac{1}{4}$ C. F. gefunden wird; also hat man hier

$$\varphi = \frac{1}{55} + \frac{1}{2} \text{ C. F.} = \frac{57}{110} \text{ C. F.}$$

und $Z = 0{,}449 + \frac{0{,}44.57}{110}$ C. F.

$= 0{,}449 + 0{,}23$

oder $Z = 0{,}679$ C. F.

B. Für den zweiten Fall.

IX. Hier ändert sich nur der Werth von l und die davon abhängende Grösen; jezt ist nämlich

$$l = f = 40{,}75 \text{ Fus}$$

X. also $b_\omega = \frac{15{,}625.\ 16.\ 8{,}25^2}{4.\ 25}$ (statt des Werths V.)

=

$$= 170{,}156$$

und $$\omega = \frac{170{,}156}{2{,}75}$$

$$= 61{,}87 \text{ (**)}$$

also $$\lambda = 1 + \frac{1}{\omega} = 1{,}016$$

XI. Für das Saugwerk bleibt alles ungeändert.

XII. In dem Werthe von Z ändert sich nur 71,123 d. i. $\lambda.(f+b)$ hier in 44,196; alles übrige ungeändert gelassen, gibt hier

$Z = 0{,}318 + 0{,}23$ C. F. $= 0{,}548$ C. F.

Hieraus ersieht man, daß bei der vorigen Einrichtung des Druckwerks noch ein Viertel so viel Aufschlagwasser erfodert wird, als bei der jezigen, um einerlei Soolenmenge an die verlangte Stelle zu bringen; und wenn man $\frac{c}{a} = 1$ genommen hätte, so würde Z noch um etwas kleiner ausgefallen sein. Ich werde nun hier die lezte Einrichtung als die vollkommenste beibehalten.

Um demnach den ganzen Bau nicht nur

(**) Dieser Werth mit §. 44. verglichen, zeigt schon die Vollkommenheit der jezigen Einrichtung und den Vorzug vor der vorigen.

an sich gehörig zu betreiben, sondern auch gehörig mit Brunnensoole zu versehen, wird auf das vorbenannte Rad überhaupt jede Sec.

$$3,504 + 0,548 = 4,05 \text{ C. F.}$$

Aufschlagwasser erfodert.

XIII. Der Durchm. des Stiefels wird, für $n = \frac{1}{2}$,

$$a = \sqrt{\frac{8,25 \cdot 0,0942 \cdot 4}{3,141 \cdot 2,75}}$$

$$= 0,6 \text{ Fus}$$

$$= 7 \text{ Z. } 2\tfrac{1}{2} \text{ Lin.}$$

und $c = 0,8 \cdot 0,6 = 0,48$ F.

$$= 5\tfrac{2}{4} \text{ Z.}$$

XIV. $d = 0,654 \cdot 0,6 = 0,3924$ F.

$$= 4 \text{ Z. } 8\tfrac{1}{2} \text{ Lin.}$$

Man braucht also im Brunnen nur ein Druckwerk mit einem Stiefel, dessen Durchm.

7. Z. $2\frac{1}{2}$ Lin.

eine Steigröhre, deren Durchmesser

5 Z. 9 Lin.

und eine Saugröhre, deren Durchmesser

4 Z. 8 $\frac{1}{2}$ Lin.

beträgt.

§. 81. Um nun die wirklich vorhandene Wassermenge, die der zu gebrauchende Bach jede Secunde gibt, zu finden, verfuhr ich so:

1) ich mas am Gerinne der 3ten Mühle sowohl

wohl die Tiefe als Breite des fortfliesenden Wassers, und fand

die Breite $=$ 4 Fus

Tiefe $= \frac{5}{4}$ F.

also den Querschnitt $=$ 5 Quadratfus.

Nun ist die zu $\frac{5}{4}$ F. gehörige Geschwindigkeit $= 2\sqrt{15{,}625 \cdot \frac{5}{4}} = \sqrt{78{,}125} =$ 8,83 Fus, also für jede Sec. die gesuchte Wassermenge $= \frac{2}{3} \cdot 8{,}83 \cdot 5 = 29{,}4$ Cub. Fus.

2) An der ersten Mühle nahm ich zur Prüfung eben diese Messung vor, und ich fand am Gerinne

die Breite des Wassers $=$ 4 F.

Tiefe — — $=$ 1 F.

also den Querschnitt — $=$ 4 Q. F.

Hier floß das Wehr über, und von diesem Ueberfalle betrug etwa

die Breite — 4 F.

Tiefe — $\frac{1}{2}$ F.

also der Querschnitt 2 Q. F.

Die zur Tiefe des ersten Querschnitts gehörige Geschwindigkeit ist $2\sqrt{15{,}625} = 7{,}9$ also die zugehörige Wassermenge $= \frac{2}{3} \cdot 7{,}9 \cdot 4 = 21{,}07$ C. F. Die zur Tiefe des zweiten Querschnitts gehörige Geschwindigkeit ist $2\sqrt{15{,}625 \cdot \frac{1}{2}}$ $= 5{,}58$ C. F. also die zugehörige Wassermenge $= \frac{2}{3} \cdot 5{,}58 \cdot 2 = 7{,}44$ C. F. Beides zusammen gibt

die

die gesuchte Wassermenge $= 21,07 + 7,44 = 28,5$ C. F.
welches mit der no. 1. gefundenen Zahl genau genug übereinstimt, da die vorige Mühle den erwähnten Ueberfall zwar gleichfalls nicht bekömt, statt dessen aber durch eine von der Seite herzufliesende kleinere Bach einen ganz ähnlichen Zufluß erhielt. Da indessen das Wasser öfters so fällt, daß sowohl der erwähnte Ueberfall als der gedachte Zufluß unbeträchtlich werden, so will ich die bei der ersten Mühle ohne den Ueberfall gefundenen 21. C. F. hier als die beständige Wassermenge, die der oft erwähnte Bach daselbst jede Sec. gibt, beibehalten

3) Auserdem wurd noch eine Mühle von blosem Quellwasser getrieben, deren Wasser gleichfalls mit in den Hauptbach bei die gedachte erste Mühle geleitet werden konnte, und daher noch besonders in Rechnung gezogen werden muß. Nach sorgfältig angestellter Messung fand ich hier im Gerinne
die Breite des Wassers $= 1\frac{2}{3}$ F.
Tiefe — $= \frac{5}{12}$
und die Rechnung gibt für jede Sec. diese Wassermenge $= 2,24$ C. F.

Man kann also mit völliger Sicherheit auf das anzulegende oberschlächtige Rad für jede Se-

Secunde 21 + 2 = 23 C. F. Aufschlagwasser rechnen. Und wenn der 1500 F. lange Bau noch oben eine dritte Wand hätte, etwa $\frac{2}{3}$ so hoch als die beiden untern, und überdas noch ein ähnlicher 3wändiger 600 Fus langer Bau mit sollte betrieben werden, so gibt die bisherige Rechnung den Schluß, daß noch nicht über 6 C. F. Aufschlagwasser jede Sec. erfodert werden, also wenigstens noch 17 C. F. für jede Sec. übrig bleiben.

§. 82. Es wird der Mühe werth sein, zu zeigen, wie sich diese 17 C. F. nüzlich anwenden liesen. Ich bemerke daher, daß der Berg, an welchem das Rad angelegt werden sollte, etwa 150 Fus über die Räusche des Rades hervorragt. Auf diesem Berge lies sich ein Behälter anlegen, worin man vermittelst der noch übrigen 17 C. F. Aufschlagwasser einen Theil des vom Rade abfallenden Wassers durch ein Druckwerk leiten könnte, da dann aus diesem Behälter das Wasser von selbst nach dem Boden des Salzwerks zu, seinen Abfall hätte, und wegen des hohen Falls noch gebraucht werden könnte, mehrere Räder zu betreiben. Die Entfernung des Behälters von dem Rade seze ich = 1600 Fus. Weil es übrigens hier nicht wohl angeht, eine 150 Fus hohe Röhre vertikal aufzurichten, und eine kurze Saugröhre hier weiter keinen Nuzen hätte, so lege man unter dem Rade einen kleinen Wasserbehäl-

hälter an, der beständig durch das vom Rade abfallende Wasser voll erhalten wird, und errichte nun in solchem ein bloses Druckwerk wie §. 45. mit einer schief an dem Berge hinaufgehenden und bis in den auf dem Berge angelegten Behälter reichenden Steigröhre. Um nun zu finden, wie viel Wasser man noch mit diesem Druckwerke vermittelst der 17 C. F. Aufschlagwasser in den auf dem Berge angelegten Behälter zu drucken vermag, bediene man sich der 76ten Formel.

I. Hier hat man

$$f = 150 \text{ Fus}$$
$$l = 1600$$
$$b = 2,75$$

II. Man nehme $\frac{c}{a} = 1$

III. Nun erhält man

$$b\omega = \frac{150 \cdot 15,625 \cdot 8,25^2}{4 \cdot 1600} = 24,92$$

also $\omega = \frac{24,92}{2,75} = 9,062$ (*)

und $\lambda = 1 + \frac{1}{\omega} = 1,110$

IV. Die Rechnung für das Saugwerk fällt hier

(*) Ein Beweis, daß die Einrichtung des Druckwerks noch nahe an die vollkommenen gränzt §. 44.

hier weg, und es wird in der Form. no. 76, $e = 0$; auser dem kann man den, die Friktion betreffenden Theil $\frac{\varphi \sqrt{gu}}{0,45.(h-u)}$ also unbeträchtlich, hier gleichfalls $= 0$ sezen, und da übrigens hier $\gamma = 1$ ist, so verwandelt sich die dortige Formel hier in

$$M = \frac{Z.\ 0,9.(h-u)}{\lambda.(f+b)}$$

Nun ist

$Z = 17$ C. F.

$h - u = 21,5$ (§. 79. A. no. XI.)

$\lambda = 1,11$

$f + b = 152,75$

also

$$M = \frac{328,95}{169,55} = 1,94 \text{ C. F.}$$

Man kann demnach vermittelst des Druckwerks durch die noch übrigen 17 C. F. in jeder Sec. beinahe 2 Cub. F. Wasser auf den Berg in den verlangten Behälter bringen.

V. Um aber wegen des erstaunenden Drucks, welchen die Stiefel und Steigröhre auszuhalten haben, keine zu weite Röhren zu erhalten, wird man wohl thun, wenn man hier wenigstens zwei doppelte Druckwerke anlegt. Das gibt dann den Durchmes-

messer der Stiefel sowohl als der Saugröhren

$$a = d = \sqrt{\frac{8,25 \cdot 1,94}{3,141 \cdot 2 \cdot 75}}$$
$$= 1,361 \text{ Fus}$$
$$= 1 \text{ Fus } 4 \text{ Z. } 4 \text{ Lin.}$$

§. 83. Aus den Säzen §. 80. läst sich nun leicht, die während der Gradierzeit nöthige Menge der Brunnensoole für jeden Gradierbau angeben, wenn überhaupt auf solchem ν löthige Soole bis zur μ löthigen gradiert werden soll. Es verhält sich nämlich die Abdünstung von der 1 löthigen Soole bis zur 16 löthigen, zur Abdünstung von der ν löthigen bis zur μ löthigen, wenn die in der 1 und 16 löthigen Soole enthaltenen Salzmengen aus der Tafel §. 65. genommen werden, wie

$$\left(1 - \frac{0,6847}{12,1422}\right) : \left(1 - \frac{N}{M}\right)$$
$$= \frac{11,4575}{12,1422} : \frac{M - N}{M}$$
$$= 0,943 \cdot M : (M - N)$$

Weil sich nun die zu einem Bau erfoderliche Brunnensoole umgekehrt wie die nöthige Abdünstung verhält, so ist, wenn die von der ν löthigen Soole erfoderliche Menge ψ heist, und die von der 1 löthigen ϱ,

$$\varrho : \psi = (M - N) : 0,943 \cdot M$$

also $$\psi = \frac{0,943 \cdot M \cdot \varrho}{M - N}$$

da-

dafern nämlich alle Soolen gleich stark abdunsteten. Da aber diese Voraussezung nicht gilt, und, wie ich in den Act. Acad. Erfurd. bemerkt habe, die Stärke der Abdünstung von der ν bis zur μ löthigen, zu der Abdünstung von der 1 bis zur 16 löthigen, sich verlhält wie

$$\sqrt{(50-(\nu+\mu))} : \sqrt{(50-(1+16))}$$

so hat man hier

$$83)\quad \psi = \frac{\sqrt{(50-(\nu+\mu))}}{\sqrt{(50-(1+16))}} \cdot \frac{0{,}943 \cdot M \cdot \varrho}{M-N}$$

Wenn man §. 80. die Zahl 1051500 durch 1500 dividirt, so gibt sich für jeden laufenden Fus 2 wändiger Gradierung

$$\varrho = 700 \text{ C. F.}$$

also gleichfalls für jeden laufenden Fus 2wändiger Gradierung, worauf ν löthige Soole bis zur μ löthigen gradiert werden soll

$$\psi = \frac{0{,}943 \cdot 700 \cdot M \cdot \sqrt{(50-(\mu+\nu))}}{(M-N) \cdot \sqrt{(50-(1+16))}}$$

$$= 660{,}1 \cdot \frac{M}{M-N} \cdot \frac{\sqrt{(50-(\mu+\nu))}}{\sqrt{(50-(1+16))}}$$

woraus sich also allemal auf die vorbeschriebene Weise die Bewegungskräfte mit den nöthigen Pumpwerken gehörig anordnen lassen.

§. 84. Zugleich erhellet hieraus, daß es

falsch ist, wenn man annimt, eben der Gradierbau liefere von der ν löthigen Brunnensoole

$\frac{N}{0,6847}$ mal
oder welches die gewöhnliche Rechnung ist,
$\frac{\nu}{1}$ mal
} so viel Siedsoole als von der 1 löthigen

wenn für die Siedsoole einerlei Löthigkeit festgesezt würde. Der erste Saz würde nämlich dann seine Richtigkeit haben, wann von der ν löthigen Soole eben so viel auf den Bau käme, als von der 1 löthigen und überdas die Abdünstung beständig gleichförmig geschähe; dieser beiden Umständen wegen, und wenn die Siedsoole überhaupt μ löthig gesezt wird, muß der Quntient $\frac{N}{0,6847}$ noch mit

$$\frac{0,943 \cdot M}{M - N} \cdot \frac{\sqrt{(50 - (\mu + \nu))}}{\sqrt{(50 - (1 + 16))}}$$

multiplizirt werden; und so liefert also eben der Gradierbau von der ν löthigen Soole

$$84) \quad \frac{0,943 \cdot M. N. \sqrt{(50 - (\mu + \nu))}}{0,6847 \cdot (M - N) \sqrt{(50 - (1 + 16))}}$$

mal so viel Salz als von der 1 löthigen.

Ex. die Menge Salz zu finden, die ein 2 wän-

wändiger 500 F. langer Bau liefert, wenn die Soole 14 löthig versotten wird, und die Brunnensoole $1\frac{1}{3}$ löthig ist.

Aufl. Man berechne zuerst die zu $1\frac{1}{3} = \nu$ gehörige Salzmenge N aus der Taf. §. 65. Es ist nämlich

$$(2-1):(1,3790-0,6847)=(2-1\tfrac{1}{3}):x$$

und $x = \dfrac{2.0,6943}{3} = 0,4628$

folglich die gesuchte Salzmenge

$$N = 1,3790 - 0,4628 = 0,9162 \text{ ℔}$$

Ferner ist hier $\mu = 14$, also aus der obigen Taf. die zugehörige Salzmenge

$$M = 10,4815 \text{ ℔}$$

und weil jeder laufende Fus des Gradierbaues von der 1 löthigen Brunnensoole, wenn solche 16 löthig versotten wird, während der Gradierzeit 1,6 Achtel Salz liefert, so liefert der laufende Fus im Ex.

$$\frac{0,943 \cdot 10,4815 \cdot 0,9162 \cdot \sqrt{(50-15\frac{1}{3})}}{0,6847 \cdot (10,4815-0,9162) \cdot \sqrt{(50-17)}} \cdot 1,6$$

Achtel

$$= 1.3827 \cdot \sqrt{\left(\frac{50-15\frac{1}{3}}{50-17}\right)} \cdot 1,6 \text{ Achtel}$$

$$= 1,3827 \cdot 1,0249 \cdot 1,6$$

$$= 2,267 \text{ Achtel}$$

und der ganze Bau liefert demnach

$$500 \cdot 2,267 = 1133,5 \text{ Achtel Salz.}$$

§. 85. Wenn ein Gradierbau, auser den beiden untern Wänden, oben noch eine dritte hat, so fällt in die Augen, daß eine besondere Rechnung, in Absicht der Bewegungskräfte und der auf den ganzen Bau zu bringenden Brunnensoole, nöthig ist, und man muß sich dabei begnügen, durch die Rechnung der Wahrheit nur nahe zu kommen. Man wird nämlich das zu 100 Fus gehörige M (§. 73.) alsdann $> \frac{3^2+13}{432}$ nehmen müssen, weil die in dem obern Bassin alsdann erfoderliche Pumpen, mehr Soole in den über der dritten Wand befindlichen Trog ziehen, als aus diesem Troge wieder in das eben erwähnte Bassin herabtröpfelt; indem ein beträchtlicher Theil Wasser im Tröpfeln, wegen der Gradierung, verloren geht. Fällt also in einer Länge von 100 Fus, von der in den Trog jede Sec. aufgezogenen Masse m, nur $\frac{m}{\beta}$ in das obere Bassin wieder herab, so daß $m - \frac{m}{\beta}$ unter Wegs verfliegt, so muß, dafern das obere Bassin seine erfoderliche Soolenmenge behalten soll, aus dem untern Bassin in das obere auf jede 100 laufende Fus, $\frac{3^2+13}{432} + \left(m - \frac{m}{\beta}\right)$ C. F. Soole aufgezogen werden. Um nun den Werth von

m

$m - \frac{m}{\beta}$ ohngefähr zu bestimmen, kann man so verfahren:

Nach §. 80. können auf den ganzen 1500 langen doppeltwändigen Gradierbau alle Sec. 0,0942 C.F. 1löthige Soole aufgezogen werden, die aber nicht eher, als bis sie 16löthig geworden, in die Pfanne kömt. Nun muß von 1 C.F. 1löthiger Soole, bis sie 16 löthig geworden, nach der Formel §. 22. I. Pr. 0,9677 C.F. abgedunstet sein; also kann man rechnen, der ganze 1500 F. lange Gradierbau verdunste jede Secunde

$$0{,}9677 \cdot 0{,}0942 \text{ C. F.}$$
$$= 0{,}0911 \text{ C. F.}$$

das trägt auf 100 laufende Fus $\frac{0{,}0911}{15}$ $= 0{,}0061$ C.F. Wenn nun die obere Wand etwa $\frac{2}{3}$ so hoch als eine der untern ist, so wird man ziemlich sicher sein, wenn man annimt, auf der obern Wand verdunsten für jede 100 laufende Fus $\frac{0{,}0061}{4} = 0{,}0015$ C. F. und das gäbe

$$m - \frac{m}{\beta} = 0{,}001525 \text{ C. F.}$$

also die jede Secunde in das obere Bassin aufzuziehende Soolenmenge bei einem 3 wändigen Baue auf 100 laufende Fus

$$= \frac{32 + 13}{432} + 0{,}001525 \text{ C. F.}$$

$$= 0{,}105625 \text{ C. F.}$$

Auch ist die auf den 1500 schuhigen 3wändigen Gradierbau nöthige Brunnensoole jede Sec.

$$= 0{,}0942 + 0{,}001525 . 15 \text{ C. F.}$$

$$= 0{,}11707 \text{ C. F.}$$

und so viel muß also nun das Druckwerk, welches die Soole aus dem Brunnen auf den Bau bringt, jede Sec. in dem untern Bassin ausgiesen, daß man also diesen Voraussezungen gemäs, auch über die zu einem 3wändigen Gradierbau erfoderliche Bewegungskräfte, einen ziemlich sichern Ueberschlag wird machen können, so wie sich auch die Menge Salzes, welche sich auf einem solchen Bau bewirken läst, aus dem Bisherigen von selbst ergibt. Sie beträgt nämlich

$\frac{0{,}11707}{0{,}0942}$

oder - 1,242

oder wenn alles völlig genau berechnet wäre 1,25

mal so viel als von der 2 wändigen, wenn alles übrige einerlei ist.

Auf Erfindungen neuer Gradiergebäude, dergleichen der Hessische Salzwerksgeist, Herr Kammerrath Cancrinus, (s. I. Pr. des Beitr. zur Salzwerksk. §. 4.) auf einem der beträchtlichsten Salzwerke gewagt hat, wird jeder meine Formeln leicht anwenden können.

Er-

Erinnerung, Druckfehler und Verbesserungen.

Ich muß den Leser wegen eines Versehens um Verzeihung bitten. Ich habe nämlich überall den Werth von $f+b$ statt f gebraucht, und daher verschiedenemal $f=b$ gesezt, wo ich eigentlich $f+b=b$ also $f.=0$ hätte sezen sollen. Dieser leicht zu verbessernde Fehler hat übrigens, beibehalten, nur die unschädliche Folge, daß man um so viel sicherer in der Ausübung denjenigen Effekt von den Bewegungskräften erwarten darf, welchen die darüber angestellten Berechnungen versprechen.

S. 10 Z. 20 statt als lies also

20 18 st. II. lies III.

25 st. Kolben l. Kolben eines Saugwerks oder eines Druckwerks, dessen Steigröhre der verlängerte Stiefel ist (denn bei allen andern Druckwerken ist er nur ein bloser von Metall oder sonstiger Materie verfertigter Cylinder ohne Oefnung und Ventil. Von diesen Drnckwerken wird hernach gehandelt.)

S. 26 Z. 15 statt $+\sqrt{2h}$ l. $\pm\sqrt{2h}$

28 lezte st. $\frac{c}{/2B}$ l. $\frac{c}{\sqrt{2B}}$

45 9 st. bequem l. vortheilhaft

49 18 Hier bitte ich noch beizufügen: Auserdem werden auch, um eben die Soolenmenge aufzufördern bei einem langsamern Kolbenzuge meh-

mehrere Pumpen erfodert, als bei einem geschwindern, und daher, besonders wegen der Friktion der Kolben an der Röhrenwand, die Last durch den langsamern Gang wieder vergrösert. Man könnte so viele Pumpen anstellen, daß, blos diese Friktion zu überwinden, die Kraft nicht hinreichend wäre.

S. 60 Z. lezte st. $\frac{2}{9} \sqrt{\frac{a}{g}}$ lies $\frac{2}{9} \sqrt{\frac{a}{g}}$

69 17 st. 165,164 l. 165,194

71 lezte st. .0,9 l.).0,9

77 8 st. $\frac{t.\sqrt{g}}{2l}$ l. $t\sqrt{\left(\frac{g}{2l}\right)}$

79 9 st. 10087 l. 1,0087

80 vorlezte st. $\sqrt{\frac{a}{g}}$ l. $\sqrt{\frac{g}{a}}$

84 22 st. $\frac{N}{M}$ l. $\frac{N}{M}$)

92 6 v. unt. st. 0,6272 l. 0,6282

93 2 statt Waj= l. Was=

6 statt 0.109 l. 0,109

95 5 v. unt. st. 3. 504 l. 3,504

103 5 statt 7,75 l. 2,75

104 3 st. φ/gu l. $\varphi.\sqrt{gu}$

12 st. $\frac{1}{4}$. l. $\frac{1}{2}$

106 13 st. $\frac{2}{4}$ l. $\frac{3}{4}$

114 15 st. Quntient l. Quotient

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Langsdorf, Karl Christian von, / Karl Theodor / Medikus, ...

Untersuchung über die Bewegungskräfte auf Salzwerken

Mannheim ; Lautern 1781

Techn. 126 e
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10305157-7
VD18 90485122